

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Artur Kulaszewski**

**Entwicklung von non-linearen  
Schnittsystemen anhand des  
Beispiels Apple Final Cut Pro X**

2013

---

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Entwicklung von non-linearen Schnittsystemen anhand des Beispiels Apple Final Cut Pro X**

Autor:  
**Herr Artur Kulaszewski**

Studiengang:  
**Regie**

Seminargruppe:  
**FF07w2-B**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr. Detlef Gwosc**

Zweitprüfer:  
**Thomas Reinecke**

Einreichung:  
Hamburg, 22.11.2013

---

# **BACHELOR THESIS**

---

## **Development of non-linear editing systems by the example of Apple Final Cut Pro X**

author:  
**Mr. Artur Kulaszewski**

course of studies:  
**Direction**

seminar group:  
**FF07w2-B**

first examiner:  
**Prof. Dr. Detlef Gwosc**

second examiner:  
**Thomas Reinecke**

submission:  
Hamburg, 22.11.2013

## Bibliografische Angaben:

Kulaszewski, Artur:

### **Entwicklung von non-linearen Schnittsystemen anhand des Beispiels Apple Final Cut Pro X**

Development of non-linear editing systems by the example of Apple Final Cut Pro

2013 - 59 Seiten

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,  
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2013

## **Abstract**

Gegenstand dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung nichtlinearer computergestützter Schnittsysteme für die Bearbeitung von digitalen Videodateien mit besonderem Augenmerk auf Final Cut Pro X der Firma Apple. Ziel dieser Arbeit ist es heraus zu finden, in wie weit die Markteinführung von Final Cut Pro X einen Fortschritt im Umgang mit nichtlinearen Schnittsystemen bedeutet. Der Aufbau verschafft einen Überblick über technische Entwicklungen seit Entstehung des Filmschnitts. Ersichtlich wird dabei die zunehmende Technisierung eines kreativen Vorgangs, die im Laufe der Zeit Überhand nimmt. Das Fazit der Arbeit gibt Aufschluss über Apples mögliche Intentionen bei der Veröffentlichung der Software in ihrer aktuellen Form.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>IX</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>X</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Geschichte der Filmschnitt-Technik.....</b>	<b>3</b>
2.1 Schere und Klebstoff.....	3
2.2 Moviola.....	4
2.3 Schneidetisch (Flatbeds).....	5
2.3.1 Steenbeck.....	5
2.3.2 KEM.....	6
2.4 Bandbasierter Schnitt.....	6
2.5 Digitaler Schnitt .....	8
2.5.1 CMX Systems CMX-600.....	8
2.5.2 Lucasfilm EditDroid.....	11
2.5.3 Avid Media Composer.....	13
2.5.4 Weitere Beispiele.....	13
<b>3 Hardware.....</b>	<b>15</b>
3.1 Rechenleistung.....	15
3.2 Massenspeicher.....	16
3.2.1 Festplatten.....	16
3.2.2 Flash-Speicher.....	17
3.2.3 Optische Datenträger.....	18
3.2.4 Schnittstellen.....	20
<b>4 Non-linearer Film- und Videoschnitt.....</b>	<b>22</b>
4.1 Aufbau eines non-linearen Schnittprogramms.....	23
4.1.1 Projektfenster.....	23
4.1.2 Viewer.....	24
4.1.3 Timeline.....	24

---

4.1.4	Canvas.....	25
4.2	Digitale Aufnahmeformate.....	26
4.2.1	Digitale Videoformate (Standart definition).....	26
4.2.2	Digitale Aufnahmeformate (High definition).....	27
4.3	Schnittsysteme und Marktanteile.....	28
4.3.1	Hauptsächlich genutzte Schnittsysteme.....	28
4.3.2	Insgesamt genutzte Schnittsysteme.....	29
4.3.3	Begründungen.....	30
<b>5</b>	<b>Final Cut Pro X.....</b>	<b>31</b>
5.1	Neue Funktionen.....	32
5.1.1	Magnetische Timeline.....	32
5.1.2	Medienverwaltung.....	32
5.1.3	Analyse von Medien.....	33
5.1.4	Skimming.....	34
5.2	Neue Ansätze.....	34
5.3	Gebrauch im Professionellen Sektor.....	37
<b>6</b>	<b>Prognose.....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>42</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>X</b>
	<b>Anlagen.....</b>	<b>XIII</b>
	<b>Eigenständigkeitserklärung.....</b>	<b>XV</b>

## Abkürzungsverzeichnis

*ATA/ATAPI*

...Advanced Technology Attachment with Packet Interface

*BD*

...Blu-ray Disc

*CBS*

...Columbia Broadcasting System

*CD*

...Compact Disc

*DVD*

...Digital Versatile Disc

*EDL*

...Edit decision list

*EEPROM*

...Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

*GB*

...Gigabyte

*GBit*

...Gigabit

*GMR*

...Giant magnetoresistance

*HD*

...High definition

*HDD*

...Hard Disc Drive

*IBM*

...International Business Machines Corporation

*IDE*

...Integrated Device Electronics

*IEEE*

...Institute of Electrical and Electronics Engineers

*MB*

...Megabyte

*MBit*

...Megabit

*NAB*

...National Association of Broadcasters

*NLE*

...nonlinear editing

*RAMAC*

...random-access method of accounting and control

*RTL*

...Radio Television Luxemburg

*s*

...Sekunde

*SCSI*

...Small Computer System Interface

*SD*

...Standart definition

*SSD*

...Solid-state drive

*TB*

...Terabyte

*TC*

...Time code

*TNT*

...Turner Network Television

*UFA*

...Universum Film AG

*XML*

...Extensible Markup Language



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Moviola.....	4
Abbildung 2: Steenbeck ST 200.....	5
Abbildung 3: CMX-600 Schnittcomputer.....	8
Abbildung 4: CMX-600 Speichereinheit.....	9
Abbildung 5: CMX-600 Eingabe via Light-Pen.....	9
Abbildung 6: CMX-600 Splice-List.....	10
Abbildung 7: Droid Works EditDroid.....	11
Abbildung 8: Modul zur Befehlseingabe.....	11
Abbildung 9: Timeline des EditDroid.....	11
Abbildung 10: Benutzeroberfläche von Apple Final Cut Pro 7.....	22
Abbildung 11: Beispiel Timeline.....	23
Abbildung 12: Hauptsächlich, im Beruf benutzte Schnittprogramme.....	27
Abbildung 13: Marktanteil je Hersteller der hauptsächlich Benutzten Programme.....	27
Abbildung 14: Insgesamt benutzte Schnittsysteme im Beruf sowie privat.....	28
Abbildung 15: Marktanteil je Hersteller der insgesamt benutzten Programme.....	28
Abbildung 16: Benutzeroberfläche von Final Cut Pro X.....	30

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste optischer Datenträger.....	18
Tabelle 2: Digitale Aufnahmeformate in "standard definition" .....	25
Tabelle 3: Digitale Aufnahmeformate in "high definition" .....	26
Tabelle 4: Rangliste nach Attributen.....	29

# 1 Einleitung

In meiner Tätigkeit als Cutter/Editor habe ich, auf der Suche nach meinem optimalen Arbeitsfluss, Erfahrung mit diversen non-linearen Schnittsystem gesammelt. Angefangen bei sehr rudimentären Programmen, wie dem Powerdirector von Cyberlink, über semi-professionelle Software von Sony, bis hin zu professionellen Lösungen von Adobe, Apple oder Avid hatte ich die Möglichkeit mir einen umfassenden Eindruck von jeder Sparte zu machen. Auffällig dabei war, dass je professioneller die Software wurde, auch die Anforderung an das eigene technische Verständnis wuchs, sodass der eigentliche Schnitt im Laufe der Zeit immer mehr in den Hintergrund rückte. Ein Großteil der Arbeit als Cutter besteht mittlerweile daraus technische Abläufe zu koordinieren und zu optimieren, sodass ein reibungsloser Arbeitsablauf gewährleistet ist. Die Vielzahl an digitalen Aufnahme- und Containerformaten, sowie Kompressionen im Hinblick auf das Ausgabemedium, machen dies jedoch zu einer Wissenschaft für sich. Ebenso die Medienverwaltung. Jeder Softwarehersteller liefert für diese Probleme individuelle Lösungen. Die Frage, für welches Schnittsystem man sich am Ende entscheidet hängt davon ab, wie gut man sich damit auskennt, denn die professionellen Systeme unterscheiden sich weniger dadurch was sie können, sondern wie sie es können. Jeder Cutter hat also die Freiheit, sich seinen Arbeitsplatz so einzurichten, wie er am liebsten und effektivsten arbeitet.

Durch die scheinbar unendliche Vielfalt der Möglichkeiten eines Schnittprogramms ist im Laufe der Zeit jedoch auch der Aufgabenbereich des Cutters gewachsen. In sogenannten Finishing- oder Mastering-Suites lassen sich vollständige Produkte von der Anlieferung des Filmmaterials, bis hin zur Erstellung des Endmediums bewerkstelligen. Ein Cutter ist also nicht mehr zwingend nur für den Schnitt zuständig, sondern immer häufiger auch für das Dateimanagement, Farbkorrektur, Compositing, Vertonung und DVD-Authoring. Einerseits ist das zwar einer Verkürzung der Produktionswege, da nur noch eine Person für die verschiedenen Aufgaben gebraucht wird und niemand Drittes in das Projekt eingearbeitet werden muss, andererseits setzt diese Arbeitsweise ein noch umfassenderes Wissen über die verschiedenen Programme und Arbeitsschritte voraus. In den traditionellen Branchenzweigen wie Film und Werbung ist diese Arbeitsweise noch nicht so sehr verbreitet. Hier gibt es für jeden Aufgabenbereich eine, wenn nicht sogar mehrere Personen.

Im aktuellen Bereich, Image- und Webfilm sind die Budgets jedoch wesentlich kleiner und dadurch mit einer kürzeren Produktionszeit verbunden. Um eine Produktion also kosteneffektiv zu halten, müssen die Teams klein, aber dennoch komplett sein, was folglich bedeutet, dass eine Person mehrere Aufgaben hat. Der Cutter wird hierbei zur gesamten Postproduktion.

Um eine solche Aufgabenvielfalt bewältigen zu können werden dem Cutter seitens der Softwarehersteller immer mehr Möglichkeiten der Automatisierung geboten, sodass dieser sich wieder mehr auf seine eigentliche Aufgabe konzentrieren kann. Das Schneiden. Den radikalsten Ansatz für eine solche Vereinfachung liefert das von Apple entwickelte Final Cut Pro X. Auf Grund seines stark reduzierten Funktionsumfangs gegenüber dem Vorgänger, hat es nach seiner Präsentation im Jahre 2011 viel Kritik einstecken müssen und sorgte für eine regelrechte Abwanderungswelle zur Konkurrenz. Viele Benutzer der Version 7 fühlten sich zu stark an iMovie, der Einsteiger-Schnittsoftware aus dem Hause Apple, erinnert und fürchteten sogar, dass Apple die Produktion von professioneller Hardware und Software gänzlich einstellt.

Der Unterschied zum Vorgänger war erheblich. Nicht nur in Sachen Design, Funktionalität und Kompatibilität machte Apple große Einschnitte. Insbesondere die Bedienung der Software bereitete Benutzern von Version 7 große Kopfschmerzen und lies sie oftmals ratlos vor dem Monitor sitzen. Das Zuspiefenster fehlte, Bandmaschinen wurden nicht mehr unterstützt, es gab keine Möglichkeit einen Sichtmonitor mit Hilfe einer Breakout-Karte anzuschliessen und der Export von Projekten via XML, für z.B. die Farbkorrektur mit externer Software, war nicht möglich. Hinzu kam, dass die Fensteranordnung nicht beliebig angepasst werden konnte. Apple hat den Cuttern ihre Freiheit genommen und zwang sie dazu so zu arbeiten, wie Apple es für richtig hält.

Hier stellt sich natürlich die Frage nach dem „Warum“. Möchte Apple sich tatsächlich aus dem professionellen Sektor verabschieden und sich mehr um die wesentlich umsatzstärkere Sparte der Consumer bemühen? War die Entwicklung professioneller Soft- und Hardware zu kostspielig und die Umsatzzahlen zu gering? Oder haben sich die Entwickler von Apple tatsächlich große Gedanken über die „Enttechnisierung“ von eigentlich kreativer Arbeit gemacht und sind dabei über's Ziel hinaus geschossen?

## 2 Geschichte der Filmschnitt-Technik

### 2.1 Schere und Klebstoff

Als Ende des 19. Jahrhunderts die ersten bewegten Bilder aufkamen, waren die damals entstandenen Filme meist nicht länger als einige Sekunden und bestanden nur aus einer Einstellung. Es gab zunächst keinen Bedarf mehrere Bildsequenzen aneinander zu setzen. Der 1903 erschienene Western „The Great Train Robbery“ gilt als der erste Film, der sich nicht nur unterschiedlicher Kameraeinstellungen bediente, sondern auch einen komplexen Schnitt beinhaltete. So wurden Sequenzen aus mehreren Einstellungen zusammengesetzt und diese Sequenzen wiederum so angeordnet, dass der Eindruck einer parallel stattfindenden Handlung entstand. Dies unterschied sich grundlegend von den zuvor erschienenen Filmen, die im Großen und Ganzen abgefilmte Theaterstücke mit festen Kameraeinstellungen waren. Der Schnitt wurde damals nur mit Hilfe von Schere und Kleber durchgeführt. Die Cutter mussten die entwickelten Filmstreifen Bild für Bild, meist mit bloßem Auge, durchsehen, was ein anstrengender und langwieriger Prozess war, um danach an ausgewählter Stelle den Schnitt zu setzen.<sup>1</sup> Die ausgewählten Filmstreifen wurden in der gewünschten Reihenfolge zunächst an eine Leine gehängt und konnten, so lange sie noch nicht zusammengeklebt waren, in ihrer Reihenfolge geändert werden. Genau genommen kann man sagen, dass non-linearer Schnitt bereits hier schon möglich war. Der Unterschied zum heutigen non-linearen Schnitt ist allerdings, dass es sich hierbei um einen destruktiven Vorgang handelte. Das Material konnte nicht beliebig verlängert werden, ohne dass eine neue Kopie vom Ursprungsmaterial gemacht werden musste.<sup>2</sup>

---

1 <https://www.editorsguild.com/Magazine.cfm?ArticleID=1104> – Letzter Zugriff 20.11.2013

2 <http://www.youtube.com/watch?v=TIVYeyWHajE> – Letzter Zugriff 20.11.2013

## 2.2 Moviola



Abbildung 1: Moviola

Die Moviola wurde 1917 von Iwan Serrurier entwickelt und war ursprünglich als reiner Filmprojektor fürs Wohnzimmer konzipiert. Sie konnte sich auf Grund des hohen Preises jedoch nicht durchsetzen. Mitte der 20er Jahre wurde sie dann ohne Gehäuse und auf einen Tisch montiert von den Douglas Fairbanks Studios als Schnittsystem eingekauft. Die Moviola wurde von einem Nähmaschinenmotor angetrieben und ermöglichte es den Cuttern das Filmmaterial beim Sichten mit einem speziellen Kreidestift bildgenau zu markieren. Der Vorteil hierbei war, dass das Bildmaterial durch die bewegte Darstellung auf einem Monitor besser beurteilt werden konnte, was das finden des Schnittpunkts erleichterte. Das eigentliche Schneiden und Zusammenfügen erfolge danach wieder per Hand mit Schere und Kleber. Bei der Einführung des Tonfilms wurde die Moviola durch Tonköpfe erweitert. Nun konnte der, auf Magnetband aufgenommene, Ton mit dem Bildmaterial mechanisch synchronisiert und ebenfalls geschnitten werden.<sup>3</sup>

---

3 <https://www.editorsguild.com/Magazine.cfm?ArticleID=1104> – Letzter Zugriff 20.11.2013

## 2.3 Schneidetisch (Flatbeds)

Schneidetische stellten eine Revolution in Sachen Filmschnitt dar. Das größte Plus war der Komfort beim Sichten des Materials und die Wiedergabe des Films in Echtzeit, was das Beurteilen von Bewegungen wesentlich erleichterte. Die Filmspur wurde auf eine Mattscheibe projiziert, was das anstrengende Durchsehen der Zelluloid-Streifen mit Hilfe einer Lupe unnötig machte. Ebenso war es möglich mehrere Filmrollen auf einmal anzulegen und mit einer magnetischen Tonspur zu synchronisieren. Schneidetische sind bis heute im Einsatz.

### 2.3.1 Steenbeck

Der Steenbeck wurde vom Hamburger Ingenieur Wilhelm Steenbeck als Schneidetisch für 16-mm und 35-mm Film entwickelt und kam 1953 als ST 200 auf den Markt. Im Gegensatz zur Moviola lief das Filmmaterial nicht vertikal, sondern horizontal über den Tisch. Hieraus entstand die Bezeichnung „Flatbed“. Die Vorteile der horizontalen Anordnung der Filmrollen machte sich in einer weitaus höheren Arbeitsgeschwindigkeit gegenüber der Moviola bemerkbar. Auch im Bereich der Tonqualität und des Sichtkomforts war der Steenbeck der Moviola überlegen, konnte sich allerdings erst in den 1970er Jahren in den USA durchsetzen.<sup>4 5</sup>



Abbildung 2: Steenbeck ST 200

<sup>4</sup> <https://www.editorsguild.com/Magazine.cfm?ArticleID=1104> – Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>5</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=TIVYeyWHajE> – Letzter Zugriff 20.11.2013

### 2.3.2 KEM

Der KEM (Keller-Elektro-Mechanik) ist ein ebenso weit verbreiteter Schneidetisch ähnlich dem Steenbeck. Sein modularer Aufbau macht es möglich ihn jederzeit mit weiteren Komponenten zu erweitern.<sup>6</sup>

## 2.4 Bandbasierter Schnitt

1951 gelang es amerikanischen Ingenieuren erstmalig Videosignale auf einem Magnetband aufzuzeichnen. Trotz bescheidener Qualität wurde diese Technologie weiterentwickelt und 1956 von der Firma Ampex mit der Bezeichnung „Quadruplex“ auf den Markt gebracht. Hierbei handelte es sich um den ersten Videorecorder der Welt. Als dieser 1956 auf der NAB der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, konnte sich Ampex vor lauter Anfragen kaum retten. Die Technologie setzte sich insbesondere im Broadcast-Bereich durch, da Magnetbänder sehr viel schneller kopiert werden konnten als Zelluloid. Sie waren unempfindlich und einfach in der Handhabung.<sup>7</sup>

Es war zwar möglich Quadruplex-Magnetbänder zu schneiden, allerdings war dies ein sehr mühsamer und ungenauer Vorgang. Das Band wurde bis zur gewünschten Stelle abgespielt woraufhin die Kante des Magnetbandes mit einer Tetrachlormethan-Lösung bestrichen wurde, was die einzelnen Magnetstreifen des Bands sichtbar machte. Dies allerdings nur unter Zuhilfenahme eines Mikroskops. Dann wurde der behandelte Teil des Magnetbands mit Hilfe eines speziellen „Splicers“ genau an der Stelle geschnitten, wo die Zeilensynchronisation des Videosignals stattfand. Dies verhinderte, dass die Reihenfolge der Halbbilder beeinträchtigt wurde. Der Cutter konnte nicht erkennen bei welchem Bild der Schnitt gesetzt wurde, da der Quadruplex nicht in der Lage war Standbilder anzuzeigen.<sup>8 9</sup>

Man war auch in der Lage zwei Quadruplex-Recorder miteinander zu verbinden und ausgewählte Ausschnitte eines Videobandes nacheinander (linear) auf ein weiteres Band zu überspielen, doch konnten nach wie vor keine genauen Einsätze gemacht werden. Erst mit der Entwicklung des SMPTE-Timecodes im Jahre 1967 war es möglich bestimmte Bilder auf einem Magnetband exakt zu adressieren. Jedes einzelne

---

<sup>6</sup> <https://www.editorsguild.com/Magazine.cfm?ArticleID=1104> – Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>7</sup> <http://filmmakeriq.com/lessons/the-evolution-modern-non-linear-editing-part-1-from-tape-to-digital/> - Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>8</sup> <http://youtu.be/7YtmwB9Ds5Y> – Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>9</sup> <http://filmmakeriq.com/lessons/the-evolution-modern-non-linear-editing-part-1-from-tape-to-digital/> - Letzter Zugriff 20.11.2013



Bild bekam einen fortlaufenden Wert zugewiesen. Dieser setzte sich aus der Stunde, Minute, Sekunde und der Bildnummer zusammen. In Verbindung mit dem Einsatz der Schrägspuraufzeichnung war es nun auch möglich Einzelbilder zu betrachten und genaue Einsätze für die Bandaufnahme festzulegen.<sup>10</sup>

Lineares, analoges Schneiden wurde im Laufe der 1970er Jahre immer populärer. Der Vorteil dieses Verfahrens war, dass es sich um einen nicht-destruktiven Vorgang handelte. Die Videobänder mussten nicht mehr zerschnitten werden, sodass meist eine Arbeitskopie für den Schnittvorgang ausreichte. Der große Nachteil dieses Prinzips war allerdings, dass die ausgewählten Videoschnipsel sequentiell angeordnet werden mussten. Hatte man also einen fertigen Film auf Videoband und wollte mittendrin eine Änderung durchführen, musste man alle nachfolgenden Videoschnipsel erneut auf das Band spielen, da, ab dem Zeitpunkt der Änderung, das bereits vorhandene Videosignal überspielt wurde. Dies führte dazu, dass das Schneiden an sich keinen Platz mehr für Experimente bot, sondern sich immer mehr zum Abarbeiten von Schnittlisten (EDL) verkam.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> <http://filmmakeriq.com/lessons/the-evolution-modern-non-linear-editing-part-1-from-tape-to-digital/> - Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>11</sup> <http://filmmakeriq.com/lessons/the-evolution-modern-non-linear-editing-part-1-from-tape-to-digital/> - Letzter Zugriff 20.11.2013

## 2.5 Digitaler Schnitt

### 2.5.1 CMX Systems CMX-600



Abbildung 3: CMX-600 Schnittcomputer

Der CMX-600 ist ein im Jahre 1971 von BS und Memorex entwickelter Schnittcomputer und gilt als das erste non-lineare Schnittsystem der Geschichte. Er bestand aus einem DEC PDP-11 Mainframe-Computer, der mit einem von Memorex entwickelten Massenspeicher verbunden war. Jede Speichereinheit war in der Lage ca. 5 min an unkomprimierten Videodateien in standard definition zu fassen. Üblicherweise wurden 4-6 Einheiten verwendet, die insgesamt 20-30 Minuten an Videomaterial speicherten.<sup>12</sup>

13 14

12 <http://www.youtube.com/watch?v=9bNmsKBqFPQ> - Letzter Zugriff 20.11.2013

13 <http://web.archive.org/web/20080210020634/http://www.sssm.com/editing/museum/offline/cmx600.html> – Letzter Zugriff 20.11.2013

14 <http://preservedstories.com/2013/09/15/history-of-nonlinear-editing/> - Letzter Zugriff 20.11.2013



Abbildung 4: CMX-600 Speichereinheit

Die Bearbeitung erfolgte via „Light Pen“ auf zwei schwarz/weiß-Monitoren von Sony. Hierbei wurde auf dem rechten Monitor die Auswahl mit Hilfe von sogenannten „cut-points“ getroffen. Der Cutter legte das erste und letzte Bild seiner Auswahl fest und fügte sie in die sogenannte „Splice List“ ein. Die Eingabe der Befehle erfolgt direkt auf dem Monitor über Antippen der, als Textüberlagerungen angezeigten, Optionen.<sup>15 16</sup>



Abbildung 5: CMX-600 Eingabe via Light-Pen

<sup>15</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=9bNmsKBqFPQ> - Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>16</sup> <http://web.archive.org/web/20080210020634/http://www.sssm.com/editing/museum/offline/cm600.html> – Letzter Zugriff 20.11.2013

Die vom Cutter erstellte Auswahl der Clips wird in gewünschter Reihenfolge in die „Splice List“ eingefügt. In dieser Liste kann die Abfolge jederzeit umgestellt, wie auch einzelne Clips gelöscht werden. Die „Splice List“ kann als textbasierter Vorläufer der Timeline, bzw. als erste Version der EDL bezeichnet werden.<sup>17 18</sup>

ITEM	SCENE	BEGIN	END	SPLICE
000	BLACK	07:29:28	07:52:00	A/V
001	MASTE	01:18:00	03:06:19	A/V
002	SC8	06:11:11	07:27:13	A/V
003	SC5	00:46:19	01:17:02	A/V
004	CLOSE	00:04:06	00:42:25	A/V
005	SC4	05:31:06	06:07:06	A/V
006	BLACK	07:31:25	07:34:00	A/V
007	SC3	04:53:24	04:56:22	A/V
008	SC5	01:01:11	01:04:01	A/V
009	SC4	05:57:14	05:10:00	A/V
010	SC8	06:57:20	07:00:15	A/V
*011	MASTE	01:38:12	03:06:19	A/V

REARRANGE TOTAL

#SPLICES EDIT PLAY SCENES

Abbildung 6: CMX-600 Splice-List

<sup>17</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=9bNmsKBqFPQ> - Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>18</sup> <http://web.archive.org/web/20080210020634/http://www.sssm.com/editing/museum/offline/cmx600.html> – Letzter Zugriff 20.11.2013

## 2.5.2 Lucasfilm EditDroid

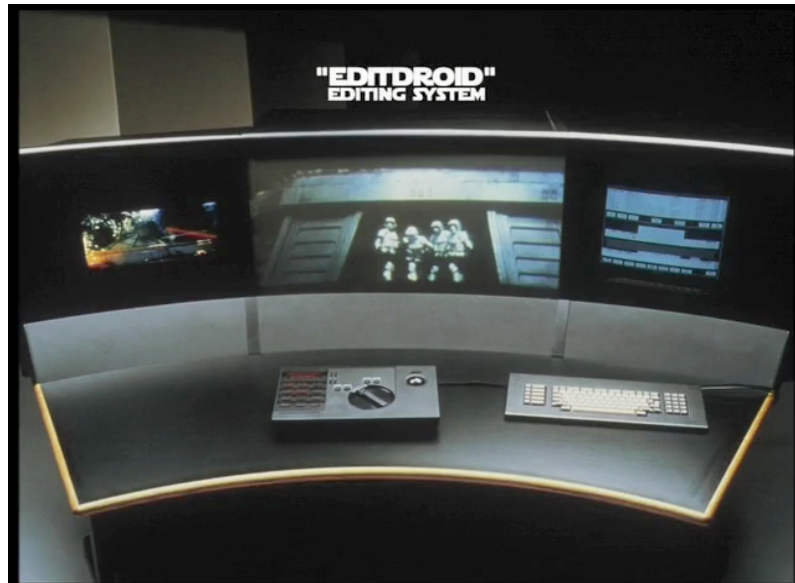


Abbildung 7: Droid Works EditDroid

Der EditDroid ist ein von Droid Works, einer Tochterfirma von Lucasfilm, entwickeltes non-lineares Schnittsystem, das auf Laserdiscs als Massenspeicher setzte. Es wurde erstmals 1984 auf der NAB Show in Las Vegas vorgestellt. Der EditDroid bestand aus einem UNIX-basierten Sun-1 Computer von Sun Microsystems, der die graphische Oberfläche des Schnittprogramms lieferte, einem kleinen Vorschaumonitor und einem größeren Rückprojektionsmonitor für die Betrachtung des endgültigen „cut“. Die Eingabe der Befehle erfolgte via Jog-Shuttle, einem „Trackball“ und diverser, in das Eingabemodul integrierten Befehlstasten, sowie einer Computertastatur.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/EditDroid> – Letzter Zugriff 17.11.2013

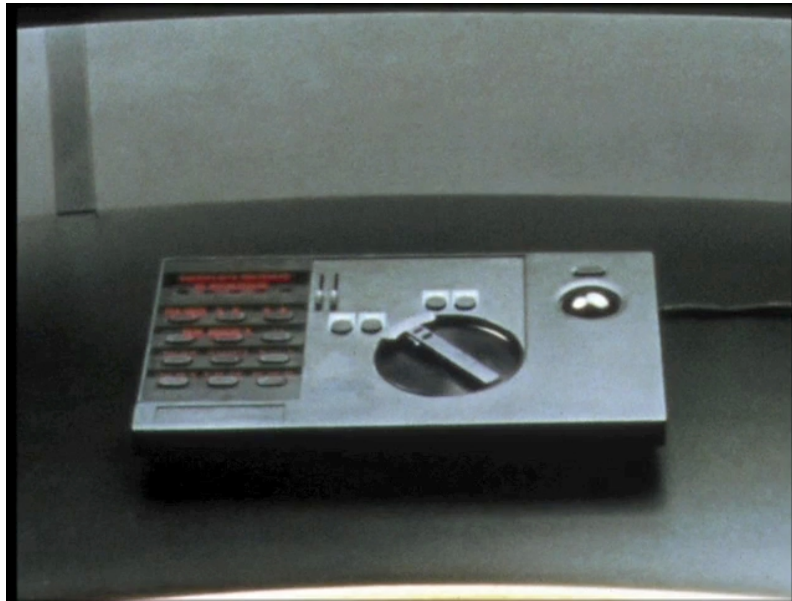


Abbildung 8: Modul zur Befehlseingabe

Der EditDroid war kein kommerzieller Erfolg und wurde insgesamt nur 24 Mal gebaut. Dennoch etablierte er Standards, die noch bis heute in jedem non-linearen Schnittsystem zu finden sind. So gab es Datei-Piktogramme, zur eindeutigen Kenntlichmachung des Rohmaterials und eine Timeline, in ihrer bis heute bekannten Form. Die im EditDroid eingesetzte Software wurde 1993 von Avid Technology aufgekauft.<sup>20 21</sup>

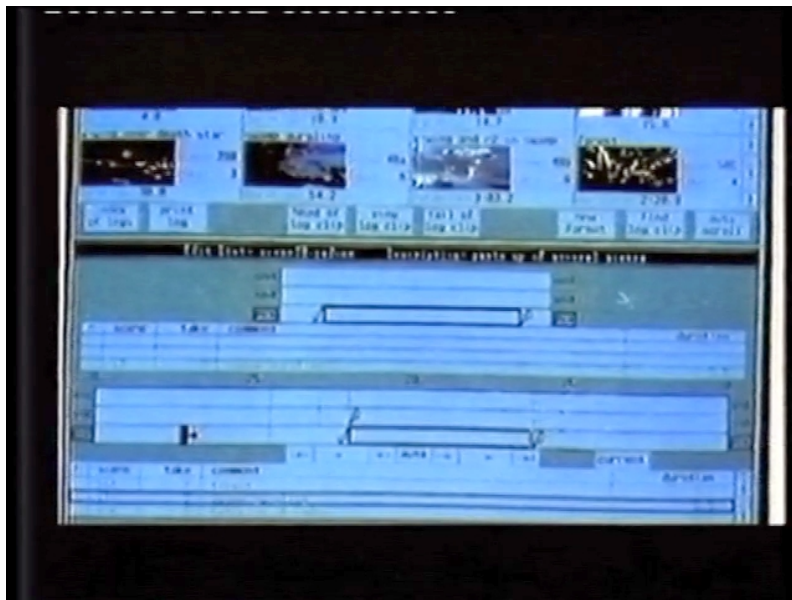


Abbildung 9: Timeline des EditDroid

20 <http://en.wikipedia.org/wiki/EditDroid> – Letzter Zugriff 17.11.2013

21 <http://www.tutorgigpedia.com/ed/EditDroid> – Letzter Zugriff 17.11.2013

### 2.5.3 Avid Media Composer

Avid Technologies stellte den Avid/1 (später Media Composer) 1989 der Öffentlichkeit vor. Er basierte auf einem Apple Macintosh II, der durch spezielle Hardware aus dem Hause Avid ergänzt wurde. Er hatte einen internen Speicher von bis zu 50 GB und speicherte Offline-Material in VHS-Qualität ab, das in einer frühen Version von Motion-JPEG komprimiert war. Dies war zum Bearbeiten kleinerer Projekte im Offline-Verfahren, wie zum Beispiel Werbespots oder Musikvideos, ausreichend. Vier Jahre später wurde die Speicherkapazität auf bis zu 7 TB erweitert, was es möglich machte größere Projekte, wie Dokumentationen und Spielfilme, zu verwirklichen. Der erste Spielfilm, der mit dem Avid Media Composer geschnitten wurde war „Lost in Yonkers“ aus dem Jahre 1993. Der Avid/1 war per se kein revolutionäres Schnittsystem. Er bediente sich bestehender Technologien wie der Timeline und dem Dateimanagement via Clips und Bins. Seine Qualitäten im Bereich des Offline-Schnitts und vor allem der Fähigkeit längere Projekte zu bearbeiten, machten ihn jedoch attraktiv für diverse Anwendungsbereiche. Zur Zeit ist Avids Media Composer das erfolgreichste, plattformübergreifende Schnittsystem weltweit.<sup>22 23 24 25</sup>

### 2.5.4 Weitere Beispiele

Folgende Programme haben keine maßgeblichen Neuerungen zur Entwicklung non-linearer Schnittsoftware beigetragen. Sie unterscheiden sich in puncto Funktionalität und Bedienung nur geringfügig von einander. Dennoch sind sie wichtige und erfolgreiche Exemplare, in denen sich die bisherigen Entwicklungen im Bereich des digitalen Videoschnitts manifestiert haben.

#### Adobe Premiere

Premiere ist eines der umfangreichsten und beliebtesten Schnittprogramme auf dem Markt. 1991 erschien es ausschließlich für MacOS, 1993 dann auch für Windows. Seit 2003 ist es, unter der neuen Bezeichnung „Premiere Pro“, ein Bestandteil von Adobes Softwarepaket „Creative Suite“. In Sachen Bedienung und Funktionalität zeigt es viele Parallelen zu Final Cut Pro (ausgeschlossen Final Cut Pro X) auf. Premiere kann via Adobe Dynamic Link weitere Software wie After Effects, Photoshop, SpeedGrade und

---

22 [http://en.wikipedia.org/wiki/Non-linear\\_editing\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Non-linear_editing_system) – Letzter Zugriff 20.11.2013

23 <http://filmmakeriq.com/lessons/the-evolution-modern-non-linear-editing-part-1-from-tape-to-digital/> - Letzter Zugriff 20.11.2013

24 <https://www.editorsguild.com/Magazine.cfm?ArticleID=1104> – Letzter Zugriff 20.11.2013

25 [http://en.wikipedia.org/wiki/Media\\_Composer](http://en.wikipedia.org/wiki/Media_Composer) – Letzter Zugriff 20.11.2013



Audition in seinen Arbeitsfluss integrieren und ermöglicht dadurch eine komplexere Bearbeitung der Bereiche Farbkorrektur, Compositing, Motion-Graphics und Tonbearbeitung. Dies macht Premiere äußerst vielseitig, was sich durch die weite Verbreitung im semi-professionellen und zunehmend auch professionellen Sektor bemerkbar macht.<sup>26</sup>

### **Editshare Lightworks**

Entwickelt wurde Lightworks Ende der 1980er Jahre in England. Die Entwicklung unterscheidet sich im Gegensatz zu Produkten von Adobe oder Avid darin, dass Cutter für das Softwaredesign verantwortlich waren, das später von Software-Programmierern umgesetzt wurde. Die Bedienung und Funktionalität war näher an das Prinzip des Schneidetisches angelehnt, wodurch sich die Software überwiegend im Bereich hochpreisiger Produktionen wie Spielfilmen durchsetzte. 1994 kaufte die Firma Tektronix Lightworks und erweiterte die Software für den Einsatz in der Fernsehbranche. Dennoch blieb das hauptsächliche Einsatzgebiet im Bereich der Spielfilmproduktion. So wurden zahlreiche erfolgreiche Hollywood-Spielfilme mit Lightworks geschnitten. Dazu gehören „Pulp Fiction“ von Quentin Tarantino, „The Departed“ von Martin Scorsese und „28 Days Later“ von Danny Boyle. 2009 wurde Lightworks von EditShare erworben und sollte 2010 zunächst als Open-Source-Software veröffentlicht werden, was bis dato nicht geschehen ist. Derzeit ist Lightworks in der Version 11.1.1 ausschließlich für Windows erhältlich.<sup>27 28 29</sup>

### **Media 100**

Die Media 100-Schnittsoftware wurde 1996 von Data Translation auf den Markt gebracht und 2005 von Boris FX aufgekauft. Es ist ausschließlich für Mac OS verfügbar. Die Besonderheit dieser Software liegt in der einfach zu erlernenden Bedienung und sehr schneller Arbeitsgeschwindigkeit. Erreicht wurde das durch den Einsatz der hauseigenen Grafik-Engine „HAL“, einem Programmmodul für die Darstellung und Signalverarbeitung von bewegten Bildern. Es wurde auf die Verwendung vom MacOS-eigenen Quicktime verzichtet, was dazu führte, dass das Rendern von Effekten größtenteils nicht nötig war.<sup>30 31</sup>

---

26 [http://adobe.wikia.com/wiki/Adobe\\_Premiere\\_Pro](http://adobe.wikia.com/wiki/Adobe_Premiere_Pro) – Letzter Zugriff 06.11.2013

27 <http://de.wikipedia.org/wiki/Lightworks> – Letzter Zugriff 19.11.2013

28 [http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Premiere\\_Pro](http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Premiere_Pro) – Letzter Zugriff 06.11.2013

29 <http://learnfinalcut.wordpress.com/the-history-of-lightworks/> - Letzter Zugriff 19.11.2013

30 <http://broadcastengineering.com/production/nonlinear-editors> – Letzter Zugriff 07.11.2013

31 [http://de.wikipedia.org/wiki/Media\\_100](http://de.wikipedia.org/wiki/Media_100) – Letzter Zugriff 07.11.2013



## 3 Hardware

Der Aufstieg des computergestützten, non-linearen Schnitts war stets abhängig von der Weiterentwicklung der verwendeten Hardware. Die ausschlaggebenden Faktoren waren hierbei immer die Rechenleistung des Computers sowie die Möglichkeit des schnellen Zugriffs auf große Datenmengen. In den Anfangszeiten des digitalen Schnitts mussten zunächst noch Kompromisse eingegangen werden. Dies geschah, indem man zunächst die Qualität und damit auch die Datenmenge des digitalisierten Videomaterials reduzierte, um die Verarbeitung am Computer überhaupt zu ermöglichen. Man spricht hier von „Offline-Schnitt“. Durch den rasanten Anstieg der Rechenleistung von Computern und der ebenso schnell wachsenden Kapazität von Massenspeichern in den letzten 25 Jahren, ist es heutzutage jedoch nicht mehr nötig diesen Kompromiss einzugehen. Leistungsstarke Kompression ermöglicht es Videodaten quasi ohne Qualitätsverlust zu speichern und zu verarbeiten. Dies wird als „Online-Schnitt“ bezeichnet.

### 3.1 Rechenleistung

Die Rechenleistung eines Computers ergibt sich aus verschiedenen Komponenten. Während der Großteil der Berechnungen durch die „Central Processing Unit“, oder CPU getätigt wird, werden zur Verarbeitung von Bildsignalen sogenannte Grafikkarten, oder GPU (Graphics Processing Unit) verwendet. Diese übernehmen rechenintensive Aufgaben, wie die Darstellung von 2D und 3D-Computergrafiken und entlasten dadurch die CPU.<sup>32</sup> Im Bereich des Computergestützten Schnitts werden zusätzliche Videoschnittkarten verwendet, die, neben einer Leistungssteigerung bei der Grafikberechnung, auch die Möglichkeit bieten analoge Videosignale zu digitalisieren und externe Geräte wie Sichtmonitore oder Bandmaschinen anzuschließen.

---

<sup>32</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Grafikprozessor> – Letzter Zugriff 19.11.2013

## 3.2 Massenspeicher

### 3.2.1 Festplatten

Festplatten (HDDs) sind zur Zeit das wichtigste Medium für den Zugriff und die Lagerung von digitalen Videodateien im non-linearen Schnitt. Durch ihre ständig wachsende Kapazität, den niedrigen Preis und ihre plattformübergreifenden Einsatzmöglichkeiten sind sie zur Zeit den Speicherkarten und optischen Datenträgern überlegen.

1956 stellte IBM mit der 305 RAMAC die erste Festplatte mit nichtsequenziellem Zugriff vor. Sie bestand aus 50 Magnetscheiben mit je 61cm (24“) Durchmesser und fasste 5 MB. Durch den nichtsequenziellen Zugriff war es möglich wesentlich schneller auf die gespeicherten Daten zuzugreifen, ohne, wie bei Magnetbändern, erst zur gewünschten Stelle spulen zu müssen.<sup>33</sup>

Der erste Einsatz von Festplatten im non-linearen Schnitt erfolgte 1971 beim CMX-600. Das Schnittsystem war ausgestattet mit 4 bis 6 Speichereinheiten, die jeweils eine Kapazität von 39 MB hatten und zwischen 20 und 30 Minuten an schwarz/weiß Videomaterial in standard definition fassten. Die Speichereinheiten des CMX-600 waren damals noch so groß wie Waschmaschinen.

1973 startete IBM das „Winchester“-Projekt. 1979 wurde das erste 8“ Winchester-Laufwerk mit 5 MB Speicherkapazität vorgestellt. Der Preis von rund 10.000 DM war zwar noch sehr hoch, aber ein Trend zu kleiner dimensionierten Laufwerken mit größerer Speicherdichte, machte sich bemerkbar. 1980 wurde dann das 5 ¼ “ Winchester-Laufwerk mit ST506-Schnittstelle von Seagate auf den Markt gebracht. Sie fasste 6 MB an Daten und war auf Grund ihrer Größe bestens für die Verwendung in den immer mehr aufkommenden Personal Computern geeignet.<sup>34</sup>

Mit SCSI wurde 1986 ein Standardprotokoll für die interne Datenverarbeitung von Festplatten und die Kommunikation mit dem Mainboard festgelegt. 1989 folgte dann die IDE-Schnittstelle, die eine Weiterentwicklung der ST506-Schnittstelle war. Hieraus entstand im Laufe der Zeit der ATA/ATAPI-Standard.<sup>35</sup>

---

<sup>33</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_IBM\\_magnetic\\_disk\\_drives#IBM\\_350](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_IBM_magnetic_disk_drives#IBM_350) – Letzter Zugriff 07.11.2013

<sup>34</sup> [http://www.tu-chemnitz.de/informatik/RA/news/stack/kompodium/vortraege\\_96/Festplatten/harddisk3.html](http://www.tu-chemnitz.de/informatik/RA/news/stack/kompodium/vortraege_96/Festplatten/harddisk3.html) – Letzter Zugriff 07.11.2013

<sup>35</sup> [http://www.tu-chemnitz.de/informatik/RA/news/stack/kompodium/vortraege\\_96/Festplatten/harddisk3.html](http://www.tu-chemnitz.de/informatik/RA/news/stack/kompodium/vortraege_96/Festplatten/harddisk3.html) – Letzter Zugriff 07.11.2013

1989 brachte Avid Technologies den Avid/1 auf den Markt. Dieser basierte auf der Apple Macintosh IIx bzw. IICx Hardware, der einen internen Festplattenspeicher von max. 80 MB bot.<sup>36</sup> Avid erweiterte den Speicher auf max. 5 GB. Hiermit war non-linearer offline-Schnitt in „standard definition“ möglich. Der Preis für den Avid/1 betrug, je nach Konfiguration, zwischen \$50.000 und \$80.000.

1997 wurde der erste Lesekopf mit GMR-Technik entwickelt und ermöglichte den Bau kleinerer Festplatten mit wesentlich größerer Speicherdichte.<sup>37</sup>

2005 Entwickelte Hitachi mit der Deskstar 7K500 die erste 500 GB Festplatte. Im Januar 2007 dann die Deskstar 7K1000 mit 1 TB Speicherplatz.<sup>38</sup>

Zur Zeit (Januar 2013) beträgt die maximale Speicherkapazität einer handelsüblichen 3,5“ Festplatte (zum Beispiel Hitachi Deskstar 7K4000, oder Western Digital WD4001FAEX) 4 Terabyte. Die Deskstar 7K4000 ist für ca. 200 € erhältlich und ist mit 0,05 € pro Gigabyte vergleichsweise günstig.<sup>39</sup>

### 3.2.2 Flash-Speicher

Der Flash-Speicher, oder Flash-EEPROM, wurde 1994 von San Disk entwickelt. Es handelt sich hierbei um nichtflüchtigen Speicher, der im Gegensatz zu Festplatten keine beweglichen Bauteile besitzt und auch keine permanente Stromversorgung benötigt. Durch seine hohe Datendichte und kompakte Bauweise findet Flash-Speicher seine häufigste Verwendung in mobilen Geräten wie MP3-Playern, Mobiltelefonen, Tablet-PCs, oder tragbarem Speicher wie USB-Sticks und Speicherkarten für beispielsweise Digitalkameras.<sup>40</sup> Flash-Speicher wird auch in sogenannten SSD-Festplatten verbaut. Anders als bei HDDs werden die Daten nicht mit Lese-/Schreibköpfen auf rotierende Magnetscheiben geschrieben, sondern auf Mikrochips abgespeichert, was sehr viel schnellere Zugriffszeiten erlaubt. Zur Zeit sind SSDs mit einem Preis von 0,75€<sup>41</sup> pro Gigabyte im Vergleich zu HDDs (Preis pro Gigabyte: 0,04€<sup>42</sup>) relativ teuer. Hinzu kommt, dass sie eine vergleichsweise kleine Speicherkapazität besitzen. Durch ihre Unempfindlichkeit gegenüber Erschütterungen findet Flash-Speicher vermehrten Einsatz in tragbaren digitalen Videorecordern, wie

---

36 <http://apple-history.com/compare/iix/iicx> – Letzter Zugriff 07.11.2013

37 <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-7217-2007-10-09.html> – Letzter Zugriff 07.11.2013

38 <http://de.wikipedia.org/wiki/Festplattenlaufwerk> – Letzter Zugriff 07.11.2013

39 <http://www.testberichte.de/f/1/2546/260514.1711/1.html> – Letzter Zugriff 07.11.2013

40 <http://www.datentraeger-museum.de/index.php?lang=DEU&page=Flashspeicher> – Letzter Zugriff 07.11.2013

41 [http://www.alternate.de/Kingston\\_HyperX/Kingston\\_HyperX+HyperX\\_3K\\_SSD\\_120\\_GB/html/product/1092486/?](http://www.alternate.de/Kingston_HyperX/Kingston_HyperX+HyperX_3K_SSD_120_GB/html/product/1092486/?) - Letzter Zugriff 19.11.2013

42 [http://www.alternate.de/Seagate/Seagate+ST3000VN000\\_3\\_TB,\\_Festplatte/html/product/1083071/?](http://www.alternate.de/Seagate/Seagate+ST3000VN000_3_TB,_Festplatte/html/product/1083071/?) - Letzter Zugriff 19.11.2013

zum Beispiel dem „Ninja“ von Atomos, oder Speicherkarten für Videokameras in Form von SDHC- oder P2-Karten.

### 3.2.3 Optische Datenträger

Als optische Datenträger werden Speichereinheiten bezeichnet, deren digitale Daten mittels Laser geschrieben und gelesen werden. Zu den bekanntesten Vertretern zählen die CD, DVD und derzeit BD. Diese Art von Datenträgern findet seine häufigste Verwendung als Endmedium zur Distribution von Musik und Film.

Die Entwicklung begann mit der Gründung der Firma Foto-Mem im Jahre 1967, die eine Alternative zu den, bis dato üblichen, Trommel- und Magnetspeichern suchten. Die Entwicklung des FM 390 Anfang der 1970er Jahre versprach einen Durchbruch in der digitalen Massenspeicherung. Der schrankgroße Massenspeicher fasste mindestens 120 MB, was zu damaliger Zeit eine unvorstellbar große Datenmenge war. Durch den Zusammenschluss mehrerer FM 390-Einheiten war es theoretisch sogar möglich eine Kapazität von einem Gigabyte zu erreichen. Obwohl es Foto-Mem gelang der New York Times einen Prototypen des FM 390 zu verkaufen, schafften sie es nicht in die Massenproduktion und mussten 1973 Insolvenz anmelden.<sup>43</sup>

Trotz alledem wurde diese Technik weiterentwickelt und brachte viele mitunter erfolgreiche Ableger hervor:

---

43 <http://de.wikipedia.org/wiki/Foto-Mem> – Letzter Zugriff 05.11.2013

Bezeichnung	Kapazität	Zeitraum
Laserdisc (LD)	300 MB	1971-2001
Compact Disc (CD)	650-900 MB	1981 bis heute
MiniDisc (MD)	140 MB	1989 bis heute
Magneto Optical Disc (MOD)	0.1 - 16.7 GB	1990 bis heute
Phasewriter Dual (PD)	600 MB	1995-1999
Digital Versatile Disc (DVD)	4.7 - 17 GB	1995 bis heute
Laser Intensity Modulation Direct Overwrite (Limdow-Disc)	2.6 GB	1996 bis heute
GD-ROM	1.2 GB	1997 bis heute
Flourescent Multilayer Disc	50 - 120 GB	1998 - 2003
Versatile Multilayer Disc (VMD)	5 - 20 GB	1999 - 2010
Ultra Density Optical (UDO)	30 - 60 GB	2000 bis heute
TeraDisc	500 GB	2000 - 2008
HD-FVD (FVD)	5.4 - 15 GB	2001 bis heute
Enhanced Versatile Disc (EVD)	siehe DVD	2002 - 2004
HD DVD	15 - 51 GB	2002 - 2008
Blu-ray Disc (BD)	25 - 100 GB	2002 bis heute
Professional Disc for Data (PDD)	23 GB	2003 - 2006
Digital Multilayer Disc	22 - 32 GB	2004 - 2007
Multiplexed Optical Data Storage (MODS-Disc)	250 GB - 1 TB	2004 bis heute
Universal Media Disc (UMD)	900 MB – 1.8 GB	2004 bis heute
Holographic Versatile Disc (HVD)	3.9 TB	2004 bis heute
Protein-coated Disc (PCD)	50 TB	2005 bis heute

Tabelle 1: Liste optischer Datenträger<sup>44</sup>

Das Prinzip der optischen Datenspeicherung ist mit dem von Schallplatten zu vergleichen. So werden auf dem jeweiligen Datenträger sogenannte „Pits“ (Vertiefungen) und „Lands“ (Erhöhungen) spiralförmig von innen nach außen auf die Datenschicht der Disc „gebrannt“, die einen binären Datenstrom in Form von Nullen

44 [http://de.wikipedia.org/wiki/Optischer\\_Datenträger](http://de.wikipedia.org/wiki/Optischer_Datenträger) – Letzter Zugriff 11.11.2013

und Einsen ergibt. Abhängig von der Art des Lasers können diese Vertiefungen und Erhebungen näher beieinander liegen und eine größere Datendichte ergeben, was eine höhere Kapazität bei gleichbleibender Datenträgergröße ermöglicht. Zusätzlich ist es möglich die geschriebenen Daten auf mehrere Schichten des Datenträgers zu verteilen und somit die Speicherkapazität noch weiter zu erhöhen. Hierzu wird eine weitere, allerdings halbtransparente Datenschicht in die Disc integriert.<sup>45</sup>

Aktuell arbeiten Wissenschaftler der Universität Southampton an einer sogenannten „Superman-Disc“. Diese soll bis zu 360 TB an Daten Speichern können, was durch ein spezielles „5-Dimensionales“ Schreibverfahren ermöglicht wird. So besteht die Disc aus drei Lagen „nanostrukturierter Punkte“, die sich zusätzlich in Größe und Ausrichtung unterscheiden. Diese werden in einer Glasfläche angeordnet. Der Datenträger hat laut Entwickler eine Temperaturbeständigkeit von 1000°C und eine nahezu unendliche Lebensdauer. Das hauptsächliche Einsatzgebiet solcher Datenträger liegt in der permanenten Archivierung von digitalen Daten.<sup>46 47</sup>

### 3.2.4 Schnittstellen

#### USB

Der von Intel entwickelte „Universal Serial Bus“ wurde 1996 auf den Markt gebracht und ist eine plattformübergreifende Schnittstelle zum Anschließen von Computer-Peripherie. Während Version 1.0 eine Datenübertragung von maximal 12 Mbit/s (oder 1,5 MB pro Sekunde) erlaubte, steigerte sich die Datenrate, bei der im Jahre 2000 vorgestellten Version 2.0, auf 480 Mbit/s (60 MB pro Sekunde). Dies ist, rein theoretisch, ausreichend für die Bearbeitung von gängigem digitalen Videomaterial (SD und HD bis auf HDCAM SR (880 Mbit/s). In der Praxis wird der Wert von 60 Megabyte pro Sekunde jedoch nur selten erreicht. Ein optimales Zusammenspiel des USB-Controllers auf Seiten des Computer-Mainboards sowie auch des, in der Peripherie (externe Festplatte) verbauten USB-Controllers spielen eine große Rolle. Schreib- und Lesegeschwindigkeit der Festplatte und auch die Länge und Qualität des benutzten USB-Verbindungskabels sind von Bedeutung.<sup>48</sup> Die im Jahre 2008 vorgestellte Version 3.0 liefert eine theoretische Datenübertragungsrate von 5 Gbit/s (rund 600 Megabyte

---

45 [http://referate.mezdata.de/sj2003/cd\\_thomas-ley/ausarbeitung/dvds.html](http://referate.mezdata.de/sj2003/cd_thomas-ley/ausarbeitung/dvds.html) – Letzter Zugriff 14.11.2013

46 [http://www.orc.soton.ac.uk/fileadmin/downloads/5D\\_Data\\_Storage\\_by\\_Ultrafast\\_Laser\\_Nanostructuring\\_in\\_Glass.pdf](http://www.orc.soton.ac.uk/fileadmin/downloads/5D_Data_Storage_by_Ultrafast_Laser_Nanostructuring_in_Glass.pdf) – Letzter Zugriff 14.11.2013

47 <http://www.computerbase.de/news/2013-07/speichertechnik-verspricht-ueber-eine-mio.-jahre-datenerhalt/> - Letzter Zugriff 14.11.2013

48 [http://de.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Serial\\_Bus](http://de.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus) – Letzter Zugriff 19.11.2013

pro Sekunde). Die reale Datenübertragung beläuft sich aber eher auf 3,2 Gbit/s, oder ca. 400 Megabyte pro Sekunde.<sup>49</sup>

### **Firewire**

Firewire ist ein von Apple bereits 1987 entwickelter und 1995 unter der Bezeichnung IEEE1394 patentierter Datenübertragungsstandard. Es handelt sich hierbei um eine serielle Schnittstelle, ähnlich wie bei USB. Firewire 400 ermöglicht eine theoretische Datenrate von maximal 400 Mbit/s (ca. 50 Megabyte pro Sekunde) und ist ebenfalls ausreichend für die meisten SD- und HD-Videoformate. Durch die Einführung von Firewire 800 wurde die theoretische Datenrate auf 800 Mbit/s verdoppelt. Es ist rückwärtskompatibel, sodass Geräte mit einem Firewire 400-Anschluss, mittels eines entsprechenden Kabels, auch an einen Firewire 800-Anschluss gekoppelt werden können. Firewire bietet im Vergleich zu USB den Vorteil, dass Geräte ohne das Zwischenschalten eines Computers miteinander kommunizieren können. Dies sorgte unter anderem dafür, dass sich Firewire als Schnittstelle bei Camcordern und Tonequipment durchsetzte.<sup>50</sup> Ein weiterer Punkt ist, dass Geräten, die via Firewire an den Computer angeschlossen waren, eine viel höhere Bandbreite eingeräumt wurde, was den Austausch von Daten, wie zum Beispiel Videosignalen in Echtzeit ermöglichte.<sup>51</sup>

### **Thunderbolt**

„Thunderbolt“ ist eine von Intel und Apple entwickelte Datenschnittstelle, die vergleichbar mit Firewire, die Verbindung unterschiedlichster Gerätetypen untereinander ermöglichen soll. Es können bis zu 6 Geräte im „Daisy-Chain“-Prinzip miteinander gekoppelt werden, wobei nur eines davon direkt mit dem Computer verbunden ist. Neben der sehr hohen Datenbandbreite von 10 GBit/s bei Thunderbolt 1 und 20 Gbit/s beim 2013 vorgestellten Thunderbolt 2, ist eines der wichtigsten Merkmale die Übertragung von Bildsignalen. So können neben Festplatten und anderer Peripherie auch mehrere Monitore an nur einen Thunderbolt-Anschluss angeschlossen werden.<sup>52 53</sup>

---

49 <http://stick-test.de/10-dinge-die-sie-ueber-usb-und-insb-usb-3-0-wissen-sollten/> - Letzter Zugriff 19.11.2013

50 <http://computer.howstuffworks.com/firewire3.htm> – Letzter Zugriff 19.11.2013

51 <http://computer.howstuffworks.com/firewire6.htm> – Letzter Zugriff 19.11.2013

52 <http://www.elektronikpraxis.vogel.de/themen/hardwareentwicklung/datenkommunikationsics/articles/304643/> - Letzter Zugriff 19.11.2013

53 <http://www.macnotes.de/2011/02/26/thunderbolt-was-ist-das-eigentlich/> - Letzter Zugriff 19.11.2013

## 4 Non-linearer Film- und Videoschnitt

Als non-linearen Schnitt, oder NLE bezeichnet man computergestützten Film- und Videoschnitt mit Hilfe von spezieller Software. Die nichtlineare Komponente ergibt sich daraus, dass die Reihenfolge der, in der Timeline verwendeten, Clips jederzeit verändert werden kann. Hinzu kommt, dass es sich hierbei um einen nicht destruktiven Vorgang handelt. Das zuvor eindigitalisierte Rohmaterial liegt im Schnittprogramm lediglich als Verweis, zu den auf einer Festplatte gespeicherten Video- und Audiodateien, vor und wird bei der Bearbeitung nicht unmittelbar verändert.

Anders als bei bandgestützten, linearen Schnittsystemen, können Änderungen oder Ergänzungen in die bestehende Reihenfolge eingefügt werden, ohne, dass diese ab dem Zeitpunkt der Änderung beeinträchtigt wird. Im Gegensatz zum klassischen Filmschnitt am Schneidetisch, muss bei Änderungen keine weitere Kopie des Ausgangsmaterials erstellt werden, da dies bei der Bearbeitung nicht zerstört wird und jederzeit in seiner Ursprungsform komplett vorliegt.

Nichtlinearer Film- und Videoschnitt teilt sich in zwei Verfahrensweisen auf. Zum einen den „Offline-Schnitt“ und zum anderen den „Online-Schnitt“. Beim Offline-Schnitt wird das Rohmaterial mit stark reduzierter Datenrate, durch die Verwendung verlustbehafteter Kompression, und häufig auch geringerer Auflösung eindigitalisiert. Somit wird die Verarbeitung der Videodateien in Echtzeit auch auf leistungsschwächeren Schnittcomputern ermöglicht und benötigt wesentlich weniger Festplattenspeicher. Diese „Proxys“ besitzen den selben Timecode wie das aufgezeichnete Rohmaterial und werden nach Beendigung des Schnittvorgangs durch ihre qualitativ hochwertigen Pendanten ersetzt. Nun kann der fertige Schnitt in optimaler Qualität ausgegeben werden. Beim Online-Schnitt wird auf das Erstellen von Proxys verzichtet. Das Rohmaterial wird in voller Qualität eindigitalisiert und bearbeitet. Dies ist allerdings nur auf sehr leistungsstarken Schnittcomputern mit sehr hohem Festplattenspeicher möglich.

Durch den stetigen Anstieg der Rechnerleistung und immer größer werdenden Massenspeichern, erweiterte sich auch der Funktionsumfang der Schnittprogramme. Professionelle Schnittsoftware, wie zum Beispiel Apple Final Cut Pro, Adobe Premiere oder Avid Media Composer, liefern mitunter Werkzeuge zur Farbkorrektur, Textgeneratoren, Tonmischung, Compositing und eine Vielzahl an Bildeffekten und Effektblenden.



## 4.1 Aufbau eines non-linearen Schnittprogramms

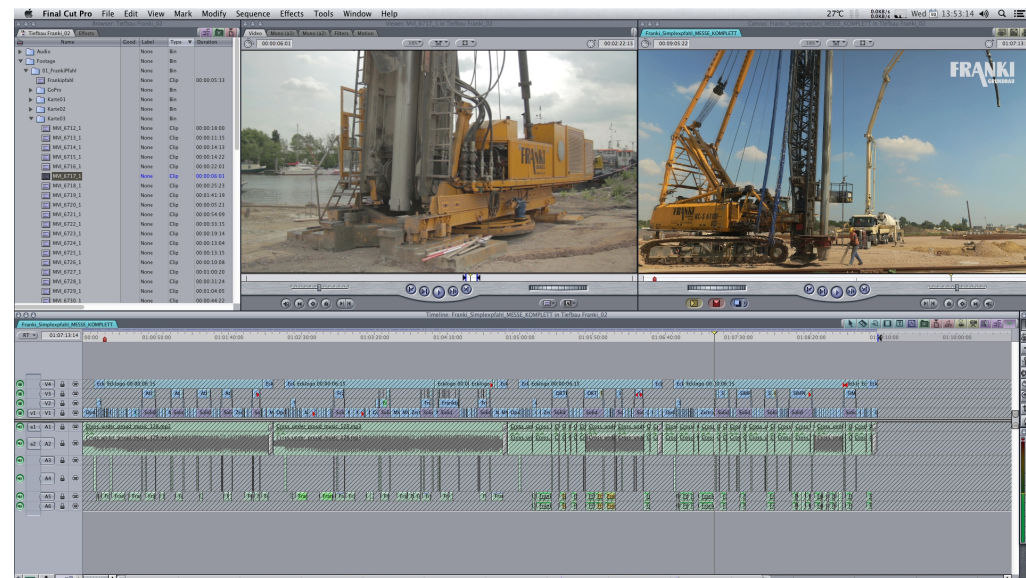


Abbildung 10: Benutzeroberfläche von Apple Final Cut Pro 7

Die Benutzeroberfläche eines non-linearen Schnittprogramms teilt sich grundlegend in vier Komponenten auf. Das Projektfenster, Viewer, Canvas und Timeline. In Abbildung 10 ist die Standardanordnung von Apples Final Cut Pro 7 zu sehen. Diese Anordnung unterscheidet sich zum Standardaufbau anderer Schnittprogramme nur im Detail und kann meist frei verändert werden.

### 4.1.1 Projektfenster

Das Projektfenster enthält alle im Projekt verwendeten Dateien und Ordner (Bins) und stellt diese in einer Baumstruktur, ähnlich wie beim Microsoft Explorer oder Mac OS Finder, dar. Es dient dazu jederzeit auf die, ins Projekt importierten, Mediendateien zugreifen zu können und diese zu strukturieren. Die Ordnerstruktur im Projektfenster sowie die Dateinamen haben keinen direkten Einfluss auf die Ordnerstruktur auf der Festplatte.

### 4.1.2 Viewer

Der Viewer, oder Zuspieldisplay ist ein Videofenster, in dem das digitalisierte Rohmaterial (Master Clips) aus dem Projektfenster in seiner Ausgangsform angesehen werden kann. Zusätzlich ist es möglich eine zeitliche Auswahl via In- und Out-Punkte zu definieren.

### 4.1.3 Timeline

Die Timeline ist der Hauptarbeitsbereich eines non-linearen Schnittprogramms. In diesem Zeitstrahl können die, im Viewer ausgewählten, Bereiche des Rohmaterials an jeder gewünschten Stelle positioniert werden. Die Position wird durch den Timecode festgelegt, der in der Timeline in Stunden:Minuten:Sekunden:Einzelbildern angezeigt wird. Hat man beispielsweise fünf Clips mit der Länge von jeweils einer Sekunde direkt hintereinander positioniert, ergibt sich vom Anfang die Timeline (erstes Bild bei TC:00:00:00:00) bis zum Ende (letztes Bild bei TC:00:00:04:24) eine Sequenzlänge von 5 Sekunden. Diesem Beispiel liegt eine Bildwiederholfrequenz von 25 Bildern pro Sekunde zu Grunde.

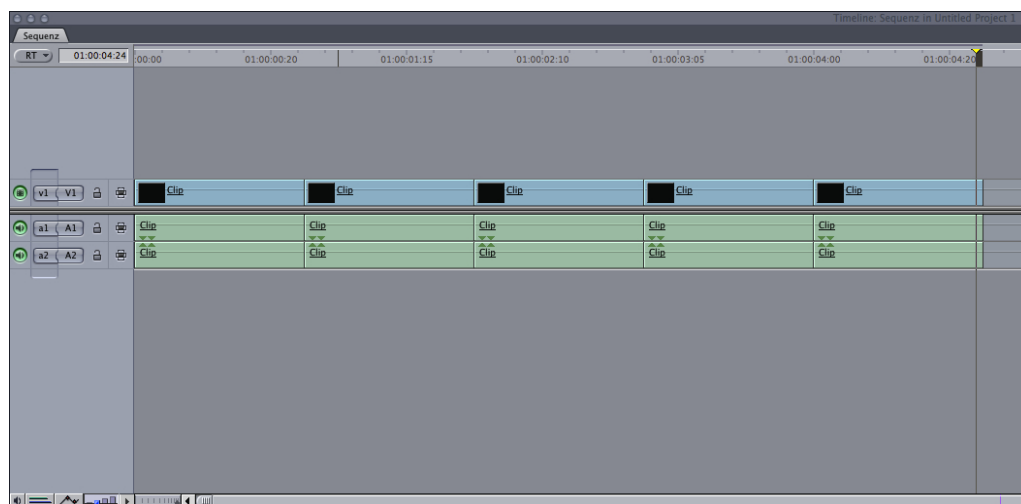


Abbildung 11: Beispiel Timeline

Die Clips werden in der Timeline als Blöcke dargestellt, die horizontal von links nach rechts angeordnet sind. Dabei wird die Timeline in Video- und Audibereich unterteilt. Es können mehrere Video- bzw. Audiospuren erstellt werden, die vertikal angeordnet sind.

Neben der Reihenfolge und Position kann in der Timeline auch die Länge der einzelnen Clips variiert werden. Ebenso können Effekte, wie z.B. Blendenübergänge und Farbkorrektur auf die einzelnen Clips angewandt werden.

#### **4.1.4 Canvas**

Der Canvas ist, wie auch der Viewer, ein Videofenster, dass den Inhalt der Timeline wiedergibt. Er zeigt das finale Ergebnis, das sogenannte Composite, inklusive aller angewandten Effekte und Übergänge ab der gewünschten Abspielposition an.

## 4.2 Digitale Aufnahmeformate

Die Vorteile, digitaler Signale im Vergleich zu analogen Signalen sind die Unempfindlichkeit gegenüber Rauschen, sie können ohne Qualitätsverlust kopiert werden und sind durch die vorgegebene Taktfrequenz leichter zu synchronisieren. Durch die Speicherung in Form von Nullen und Einsen ergeben sich bestimmte Muster in binären Sequenzen, die es möglich machen digitale Signale durch Zusammenfassen dieser Muster zu komprimieren. Der wichtigste Vorteil ist allerdings, dass digitale Daten von Computern gelesen und bearbeitet werden können.<sup>54</sup>

### 4.2.1 Digitale Videoformate (Standart definition)

Bezeichnung	Auflösung	Max. Bitrate	Kompression	Farbtiefe	Chroma Sampling
DV (1995)	720x576 px (PAL) 720x480 px (NTSC)	25 Mbit/s	DCT	8 Bit	4:2:0
BETACAM SX (1996)	720x576 px (PAL) 720x480 px (NTSC)	18 Mbit/s	MPEG-2	8 Bit	4:2:2
DIGITAL BETACAM (1993)	720x576 px (PAL) 720x486 px (NTSC)	126 Mbit/s	DCT	10 Bit	4:2:2
DVCAM (1996)	720x576 px (PAL) 720x480 px (NTSC)	25 Mbit/s	DCT	8 Bit	4:2:0
DVCPRO (1995)	720x576 px (PAL) 720x480 px (NTSC)	25 Mbit	DCT	8 Bit	4:1:1
DVCPRO 50 (1997)	720x576 px (PAL) 720x480 px (NTSC)	50 Mbit/s	DCT	8 Bit	4:2:2
MPEG IMX (1999)	720x576 px (PAL) 720x480 px (NTSC)	50 Mbit/s	MPEG-2	8 Bit	4:2:2

*Tabelle 2: Digitale Aufnahmeformate in "standard definition"<sup>55</sup>*

<sup>54</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=dhHQw5GrwxU> – Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>55</sup> <http://www.slashcam.de/artikel/Grundlagen/Uebersichtstabelle--Digitale-Videoformate-HD-SD--alles-.html> – Letzter Zugriff 19.11.2013

### 4.2.2 Digitale Aufnahmeformate (High definition)

Bezeichnung	Auflösung	Max. Bitrate	Kompression	Farbtiefe	Chroma Sampling
AVCHD (2006)	1920x1080px	24 Mbit/s	MPEG-4	8 Bit	4:2:0
HDV (2003)	1440x1080px	25 Mbit/s	MPEG-2	8 Bit	4:2:0
HDCAM (1997)	1440x1080px	144 Mbit/s	DCT	8 Bit	3:1:1
XDCAM EX (2007)	1920x1080px	35 Mbit/s	MPEG-2	8 Bit	4:2:0
XDCAM HD (2003)	1440x1080px	35 Mbit/s	MPEG-2	8 Bit	4:2:0
XDCAM HD 422 (2003)	1920x1080px	50 Mbit/s	MPEG-2	8 Bit	4:2:2
AVC Intra (2007)	1920x1080px	100 Mbit/s	MPEG-4	10 Bit	4:2:2
DVCPRO HD (1997)	1920x1080px	100 Mbit/s	DCT	8 Bit	4:2:2
HDCAM SR (2003)	1920x1080px	880 Mbit/s	DCT	10 Bit	4:4:4
JPEG2000 (2000)	1920x1080px	Frei	WAVELET	10 Bit	4:2:2
D5 HD (1994)	1920x1080px	323 Mbit/s	DCT	10 Bit	4:2:2

Tabelle 3: Digitale Aufnahmeformate in "high definition"<sup>56</sup>

<sup>56</sup> <http://www.slashcam.de/artikel/Grundlagen/Uebersichtstabelle--Digitale-Videoformate-HD-SD--alles-.html> – Letzter Zugriff 19.11.2013

## 4.3 Schnittsysteme und Marktanteile

Die Anzahl der erhältlichen Schnittprogramme beläuft sich aktuell auf ca. 50 verschiedene Softwarelösungen in den Bereichen Open-Source-Software, Freeware und kommerziellen Anwendungen für verschiedene Plattformen. Eine Auswahl der wichtigsten Schnittsysteme ergibt sich aus einer von mir getätigten Umfrage (Stand 30.01.2013).

### 4.3.1 Hauptsächlich genutzte Schnittsysteme

Die Tabelle (X) zeigt die im Beruf hauptsächlich benutzten Schnittsysteme nach Hersteller und Version, bei genau einem Programm je Benutzer.

Hauptsächl. benutzt	Benutzer	Anteil in %
Adobe Premiere CS5	5	11,90 %
Adobe Premiere CS6	13	30,95 %
Apple Final Cut Pro 6	1	2,38 %
Apple Final Cut Pro 7	5	11,90 %
Apple Final Cut Pro X	6	14,29 %
Avid Media Composer 5	3	7,14 %
Avid Media Composer 6	6	14,29 %
Grass Valley Edius Pro 6.5	1	2,38 %
Editshare Lightworks 11	1	2,38 %
Sony Vegas 12	1	2,38 %
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100,00 %</b>

Abbildung 12: Hauptsächlich, im Beruf benutzte Schnittprogramme

Hieraus ergibt sich folgender Marktanteil je Hersteller:

Hersteller	Anteil in %
Adobe	42,86 %
Apple	28,57 %
Avid	21,43 %
Editshare	2,38 %
Grass Valley	2,38 %
Sony	2,38 %

Abbildung 13: Marktanteil je Hersteller der hauptsächlich Benutzten Programme

### 4.3.2 Insgesamt genutzte Schnittsysteme

Tabelle (X) zeigt die insgesamt benutzten Systeme im Beruf sowie privat, bei mehreren Programmen je Benutzer.

Insgesamt benutzt:	Vorkommen	Anteil in %
Adobe Premiere CS5	4	6,90 %
Adobe Premiere CS6	14	24,14 %
Apple Final Cut Pro 6	1	1,72 %
Apple Final Cut Pro 7	9	15,52 %
Apple Final Cut Pro X	7	12,07 %
Avid Media Composer 5	12	20,69 %
Avid Media Composer 6	7	12,07 %
Grass Valley Edius Pro 6.5	2	3,45 %
Editshare Lightworks 11	1	1,72 %
Sony Vegas 12	1	1,72 %
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>100,00 %</b>

Abbildung 14: Insgesamt benutzte Schnittsysteme im Beruf sowie privat

Hieraus ergibt sich folgender Marktanteil je Hersteller:

Hersteller	Anteil in %
Adobe	31,03 %
Apple	29,31 %
Avid	32,76 %
Editshare	1,72 %
Grass Valley	3,45 %
Sony	1,72 %

Abbildung 15: Marktanteil je Hersteller der insgesamt benutzten Programme

### 4.3.3 Begründungen

Die Auswertung der Begründungen für das Benutzen einzelner Schnittsysteme ergab, dass bei der Entscheidung, welches System benutzt wird, primär die Bedienung, Vollständigkeit und Kompatibilität im Vordergrund stehen. → Primäre Attribute

Darauf folgen der Preis, Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit, Komfort, Professionalität und der Einsatz im Beruf. → Sekundäre Attribute

Zuletzt spielen Flexibilität, Verbreitung, Herstellerunterstützung und Stabilität nur eine untergeordnete Rolle. → Tertiäre Attribute

Die Gewichtung ergibt sich aus der Häufigkeit der genannten Attribute. Bezogen auf die insgesamt gesammelten Attribute ergibt sich folgende Rangliste:

Produkt	Anzahl Attribute insgesamt	Anzahl primäre Attribute	Anzahl sekundäre Attribute	Anzahl tertiäre Attribute
Adobe Premiere CS6	21	14	5	2
Apple Final Cut Pro 7	7	4	1	2
Adobe Premiere CS5	6	5	0	1
Avid Media Composer 6	6	3	2	1
Apple Final Cut Pro X	5	1	4	0
Grass Valley Edius 6	5	1	2	2
Sony Vegas 12	3	2	1	0
Avid Media Composer 5	3	1	2	0
Editshare Lightworks 11	2	0	2	0
Apple Final Cut Pro 6	1	0	1	0

*Tabelle 4: Rangliste nach Attributen*



## 5 Final Cut Pro X



Abbildung 16: Benutzeroberfläche von Final Cut Pro X

Final Cut Pro X wird seit Juni 2011 für 279€ ausschliesslich als Download in Apples Appstore zum Kauf angeboten. Der Unterschied zur Vorgängerversion Final Cut Pro 7 ist erheblich. So wurde das Programm komplett neu in einer 64-Bit Architektur geschrieben. Die Benutzeroberfläche wurde neu gestaltet und erinnert im ersten Moment stark an iMovie, das auch von Apple entwickelt wurde und als Einstiegs-Variante von Final Cut Pro gilt.

Des Weiteren wurde auf einige Komponenten des Final Cut Studio Pakets verzichtet und sich nur auf Final Cut Pro, Motion und Compressor beschränkt. So wurden Programme wie Soundtrack Pro, Color, Cinema Tools, Live Type und DVD Studio Pro nicht mehr weiter entwickelt und stehen zuletzt bei Final Cut Studio 3 zur Verfügung.

## 5.1 Neue Funktionen

### 5.1.1 Magnetische Timeline

Die magnetische Timeline unterscheidet sich zur klassischen dadurch, dass Clips, die in die Timeline eingefügt werden, sich lückenlos hintereinander anordnen. Clips können in der sogenannten „Primären Handlung“ durch „Ziehen und Ablegen“ oder die Eingabe eines Timecode-Wertes bewegt werden, worauf die dadurch entstandene Lücke automatisch durch Nachrücken der benachbarten Clips wieder geschlossen wird. Möchte man also einen Clip in der Haupthandlung vom Anfang weiter in die Mitte verschieben, wird beim Ziehen des Clips die, dabei entstandene, Lücke geschlossen und an der Stelle, wo der Clip eingefügt werden soll Platz gemacht<sup>57</sup>. Es ist möglich die primäre Handlung mit Grafiken, Texten oder anderen Videoclips zu überlagern. Hierbei werden die Überlagerungen oberhalb oder unterhalb der primären Handlung abgelegt und mit einem Verbindungspunkt versehen. Verändert man nun die Reihenfolge in der Haupthandlung, werden die Überlagerungen automatisch mitbewegt. Möchte man allerdings die Haupthandlung verändern, ohne, dass die Überlagerung beeinflusst wird, kann man bei gedrückter „<“-Taste die mit Überlagerungen versehenen Clips der Haupthandlung bewegen, austauschen, oder trimmen, ohne, dass die Überlagerung ihre Position verändert.

### 5.1.2 Medienverwaltung

Die Medienverwaltung in Final Cut Pro X setzt auf das anlegen sogenannter Ereignisse. Anders als beim Bin-basierten Arbeiten, bietet Final Cut Pro X eine zentrale Ansicht für alle an den Computer angeschlossenen Speichermedien. Dazu gehören Festplatten, Speicherkarten, Kameras oder mobile Geräte.<sup>58</sup> Es besteht die Möglichkeit die Mediendateien beim Import von Videodateien entweder nur zu verknüpfen, oder sie in einen zentralen Ordner zu kopieren. Hier werden die Mediendateien aller Ereignisse gesammelt, die auf der jeweiligen Festplatte angelegt wurden.<sup>59</sup> Importiert man zum Beispiel Videodateien aus einer dateibasierten Kamera und lässt sie in den zentralen

57 [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf) , Stand 20.11.2013, 124

58 [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf) , Stand 20.11.2013, 21

59 [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf) , Stand 20.11.2013, 20

Ordner kopieren, stehen sie nach dem Entfernen der Kamera immer noch zum Bearbeiten zur Verfügung. Tut man dies nicht, muss die Kamera, oder wenigstens die verwendete Speicherkarte an den Computer angeschlossen bleiben, um auf die, mit dem Ereignis verknüpften, Mediendateien zugreifen zu können. Ferner kann eine 1:1-Kopie der Speicherkarte („Kamera-Archiv“) auf der Festplatte erstellt werden.<sup>60</sup> In der Ereignisansicht werden die Videodateien dann entweder in Textform, anhand der Dateinamen, oder als Filmstreifen dargestellt.<sup>61</sup>

Legt man nun ein neues Projekt an, wird auch dieses mit einem Ereignis verknüpft. Dies bedeutet allerdings nicht, dass für das angelegte Projekt nur die im ausgewählten Ereignis befindlichen Mediendateien zur Verfügung stehen. Es kann auf alle, in der Ereignis Bibliothek verknüpften, Mediendateien zugegriffen werden.

Alle in der Ereignisbibliothek enthaltenen Mediendateien können mit Schlagwörtern versehen werden. Hat man zum Beispiel eine Veranstaltung gefilmt. Ist es möglich jedem Clip eindeutige Schlüsselwörter zuzuweisen. Wenn also jemand z.B. eine Rede gehalten hat, kann der Clip mit „Rede“ verschlagwortet werden. Haben verschiedene Leute eine Rede gehalten, können auch diese mit dem Schlüsselwort „Rede“ versehen werden. In der Ereignisübersicht wird dann der Unterpunkt „Rede“ erstellt, der alle Clips mit dem Schlüsselwort „Rede“ anzeigt. Das restliche Videomaterial wird ausgeblendet. Weist man den einzelnen Rednern nun auch noch ihren Namen (Meier, Schmidt etc.) als Schlüsselwort zu, werden zum einen weitere Unterpunkte in der Ereignisübersicht mit diesem Parameter erstellt, zum anderen werden bei einer Suche nach „Rede Meier“ nur die Clips angezeigt, die die gesuchten Schlüsselwörter beinhalten.<sup>62</sup>

### 5.1.3 Analyse von Medien

Beim Import von Mediendateien nach Final Cut Pro X ist es möglich diese auf ihren Inhalt analysieren zu lassen. Hierbei werden die Videodateien nach verwackelten Bildern und „Rolling Shutter“ durchsucht und ggf. korrigiert. Zusätzlich werden solche Clips mit Schlagwörtern versehen, um dem Benutzer das Auffinden solch „fehlerhafter“ Dateien zu erleichtern. Es wird die Farbbalance untersucht und ein automatischer Farbabgleich durchgeführt. Hat ein Bild einen Farbstich, wird dieser neutralisiert.

---

60 [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf) , Stand 20.11.2013, 443

61 [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf) , Stand 20.11.2013, 29

62 [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf) , Stand 20.11.2013, 69

Ebenfalls wird das Material auf unterschiedliche Kameraeinstellungen und Personen durchsucht und mit entsprechenden Schlüsselwörtern versehen.<sup>63</sup>

Bei der Analyse von Audiodateien untersucht das Programm, ob eine Audiospur Fehler wie Rauschen, Brummen oder übermäßige Lautstärke enthält. Auch hier hat der Benutzer die Möglichkeit die erkannten Fehler automatisch korrigieren zu lassen. Ferner erkennt die Software sogenannte „stille Kanäle“, die kein Audiosignal beinhalten und löscht diese.<sup>64</sup>

Die Zuverlässigkeit der Analyse variiert teils sehr stark. Abhängig ist dies von der Ausgangsqualität des Rohmaterials.

### 5.1.4 Skimming

Mit Skimming ist es möglich Video und Audiomaterial ohne zusätzlichen Tastendruck zu überfliegen. Hierzu wird der Mauszeiger über einen Video- oder Audioclip „gewischt“, wobei der Clip, je nach Bewegungsrichtung, vorwärts oder rückwärts wiedergegeben wird. Der Playhead springt automatisch zur Position des Mauszeigers und gibt das, an dieser Position befindliche, Bild wieder. Nützlich ist dieses Werkzeug, wenn man innerhalb eines Clips oder der Timeline eine bestimmte Stelle sucht, oder sich einen schnellen Überblick verschaffen will, ohne die entsprechende Datei oder Sequenz in Echtzeit abspielen zu müssen.

## 5.2 Neue Ansätze

Apple entwickelt seine Produkte stetig weiter und scheut sich auch nicht mit altbekannten Prinzipien zu brechen, um dem Verbraucher ein neues Hard- und Softwareerlebnis zu ermöglichen. Obgleich manche Neuerungen polarisieren, haben sich bis heute viele etabliert. Final Cut Pro X hat beim Erscheinen für viel Diskussionsstoff gesorgt und sogar für eine Abwanderungswelle der eingefleischten Final-Cut-Pro-Benutzer gesorgt. Viele fühlten sich von Apple, durch die starke Vereinfachung der Arbeitsprozesse, bevormundet und in ihrer kreativen Freiheit beschränkt.

---

63 [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf) , Stand 20.11.2013, 50

64 [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf) , Stand 20.11.2013, 51

Auf den ersten Blick mutet Final Cut Pro X eher wie eine Schnittsoftware für Einsteiger an, doch nach längerem Arbeiten lässt sich nicht abstreiten, dass bei gewissen Funktionen und Arbeitsabläufen nach einer sinnvollen Alternative geforscht wurde. Bestehende Prozesse wurden auseinander genommen, vereinfacht und zu einem neuen Arbeitsfluss zusammen gesetzt.

Sehr auffällig ist das neue Dateimanagement von Final Cut Pro X. Im Gegensatz zum Vorgänger wird hier stark auf die Verwendung von Schlagwörtern gesetzt. Einzelne Clips können mit sogenannten „Tags“ oder „Keywords“ versehen werden, nach denen im Projektbrowser gesucht werden kann. Dieses Prinzip ist nicht neu. Alle Datenbanken, zum Beispiel auch Suchmaschinen, arbeiten nach diesem Prinzip. Auch in anderen Schnittprogrammen lassen sich Clips mit Meta-Informationen versehen. Der Unterschied ist, dass bei Final Cut Pro X das Arbeiten mit Schlagwörtern viel mehr im Vordergrund steht. Apple entfernt sich hier vom traditionellen Sortieren, mit Hilfe von Ordern (Bins) und eindeutigen Dateinamen, zu Gunsten einer vielschichtigeren, aber trotzdem eindeutigen Sortierung durch Attribute. So muss ein Cutter, der ein fremdes Projekt bearbeiten soll, nicht mehr durch die individuelle Ordnung des Vorgängers durchsteigen und kann schneller ins Projekt einsteigen, ohne das Rohmaterial jemals gesehen zu haben.

Ebenfalls vorausschauend ist das Prinzip der magnetischen Timeline. Was zu Beginn sehr ungewohnt und unpräzise anmutet, entpuppt sich nach einiger Einarbeitungszeit als Plus in der Arbeitsgeschwindigkeit. Apple bietet dem Benutzer die Möglichkeit schnelle Änderungen innerhalb der Sequenz zu machen, ohne Gefahr zu laufen, dass sich Inhalte ungewollt verschieben, überschrieben werden oder Lücken entstehen. Es wird sehr viel mehr auf das intuitive Arbeiten via „Ziehen & Ablegen“ gesetzt, was das Auswendiglernen von Tastaturbefehlen nicht mehr zwingend notwendig macht. Auch das ständige aktivieren und deaktivieren von Zielspuren in der Timeline fällt weg, wodurch der Arbeitsfluss noch weniger unterbrochen wird. Insgesamt wird der Fokus sehr stark auf das Sortieren der Clips in der Timeline, oder anders formuliert, auf das Erzählen der Geschichte an sich, gesetzt. Der Cutter kann sich ganz auf den wesentlichen Teil seiner Arbeit konzentrieren und wird nicht durch immer wiederkehrende, den Arbeitsfluss unterbrechende Routinen aus dem Konzept gebracht.

So wurde auch das Rendern der Timeline, von einem aktiven Prozess, der im Vordergrund läuft und das Arbeiten unterbricht, in den Hintergrund verlagert. Arbeitet der Cutter für eine bestimmte Zeit nicht an seinem Projekt, wird der Renderprozess

automatisch gestartet. Wird weitergearbeitet unterbricht Final Cut den Renderprozess. Das Rendern der Timeline ist ein notwendiges Übel, dass sich beim Arbeiten mit Effekten und der Farbkorrektur, grade bei leistungsschwächeren Computern, nicht vermeiden lässt. Somit ist die Verlagerung des Render-Prozesses in den Hintergrund, ohne explizite Eingabeaufforderung, eine Bereicherung für den Arbeitsfluss in puncto Geschwindigkeit und Komfort. Doch nicht nur beim Rendern setzt Apple auf das Prinzip des quasi unsichtbaren Hintergrundprozesses. Weitere Aktionen, wie der Import von Mediendateien, das Transcodieren in ein gewünschtes Dateiformat, die Analyse und Optimierung von Mediendateien, sowie der Export von fertigen Filmen gehören zu den Hintergrundprozessen. Auch hier gilt: Der Benutzer kann währenddessen weiter arbeiten und wird nicht gezwungen seinen Arbeitsfluss zu unterbrechen.

Die Bedienoberfläche (GUI) von Final Cut Pro X ist optisch zeitgemäß und sehr überschaubar. Alle häufig benutzten Funktionen sind mit eindeutigen Piktogrammen versehen und auf verschachtelte Menüs wurde überwiegend verzichtet. Jede Funktion ist bequem mit dem Mauszeiger zu erreichen. Hieraus lässt sich die Vermutung anstellen, dass Apple immer stärker auf das Arbeiten mit berührungsempfindlichen Oberflächen setzt.

## 5.3 Gebrauch im Professionellen Sektor

Ob Final Cut Pro X im professionellen Sektor weitreichenden Gebrauch findet, ist zur Zeit noch unklar. Der restriktive Aufbau der Software, fehlende Funktionen und auch das bisweilen noch große Misstrauen gegenüber Apples radikaler Umstrukturierung ist groß. Dennoch scheint Apple großes Interesse daran zu haben seine Software auch im professionellen Bereich zu etablieren. Die Kommunikation mit der Industrie, häufige Updates und die Umsetzung von Benutzerwünschen sind Anzeichen dafür<sup>65</sup>.

„Ja, also beim derzeitigen Stand im professionellen Bereich nicht anwendbar, aber Apple ist das auch bewusst und sie arbeiten dran. Und zwar auch ganz eng mit der Industrie. Man sieht ja, dass Apple sich immer mehr öffnet und auch auf Benutzer-Wünsche eingehen. Zum Beispiel ja auch das Kommuniké, das nach dem ersten Aufschrei gekommen ist. Das war bei Apple bisher ja nicht so. Auch die Geschwindigkeit, mit der die Updates kommen ist nicht typisch. Normalerweise kamen Programmweiterungen jährlich. Große Programm-Updates alle zwei Jahre. Kleine jedes halbe Jahr bis Jahr, wobei dann meistens auch nicht so viel geändert wurde. Und jetzt waren es seit Erscheinen schon sieben.

Apple unterhält sich auch mit großen Sendern, z.B RTL und Grundy UFA sind sie auch dran. Apple schaut, was die Needs der großen Spieler auf dem Markt sind und versuchen mit denen zusammen zu arbeiten und Verbesserungen zu finden, um den professionellen Markt nicht zu verlieren. [...]“ (M. Skroblin, Interview mit Manuel Skroblin.pdf)

Dass Final Cut Pro X durchaus in der Lage ist den Ansprüchen von professionellen Film- und Videoproduktionen zu genügen, zeigt ein von Apple veröffentlichter Bericht über den Einsatz bei der Sat.1-Comedyserie „Danni Lowinski“. In diesem spricht Cutter Knut Hake über seine überwiegend positiven Erfahrungen mit dem Programm und stellt Funktionen wie die magnetische Timeline, Roles und das Trimming-Werkzeug besonders in den Vordergrund.

"Ich hab gern mit der Magnetic Timeline gearbeitet, weil ich mich damit ganz auf die Story konzentrieren kann. Ich kenne andere Methoden zum Trimmen in Final Cut Pro 7 und auch in Avid, aber ich bin froh, dass ich damit in Final Cut Pro X nichts zu tun

---

65 Interview mit Manuel Skroblin.pdf

habe. Mir ist nur das Trimmen wichtig – um den Rest brauche ich mich nicht zu kümmern. Das hat mir sehr gefallen."

"Jetzt kann ich eine ganze Folge schneiden. Das war mit anderen Schnittprogrammen schwer [...] Meist musste ich die Folgen auf 10-Minuten-Stücke zusammenschneiden, weil das besser funktionierte. Aber in Final Cut Pro X hat die Magnetic Timeline alles synchron gehalten, selbst bei einem Musikbett oder einer Umgebungsspur unter einer Szene. So konnte ich tatsächlich direkt in der 45-minütigen Folge schneiden. Und dabei war wirklich nie etwas nicht synchron. Das war richtig gut."

Auch bei der amerikanischen Produktionsfirma Electric Entertainment wird Final Cut Pro X im Rahmen der TNT-Serie „Leverage“ erfolgreich eingesetzt<sup>66</sup>.

Aus ökonomischer Sicht wird Final Cut Pro X durchwegs positiv betrachtet. Die Arbeitsgeschwindigkeit und der Umgang mit unterschiedlichen Videoformaten und Kompressionen sowie die Automatisierung von Prozessen beschleunigen den Workflow<sup>67</sup>. Auch wenn das Zusammenspiel mit Drittanbieter-Software, auf Grund einer momentan umständlichen Handhabung durch mangelnde Kompatibilität und fehlender einheitlicher Schnittstelle (XML), nicht problemlos funktioniert, ist es über Umwege dennoch möglich.<sup>68 69</sup>

---

<sup>66</sup> <http://www.apple.com/de/finalcutpro/in-action/electric/> - Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>67</sup> Interview mit Manuel Skroblin.pdf

<sup>68</sup> <http://www.apple.com/de/finalcutpro/in-action/phoenix/> - Letzter Zugriff 20.11.2013

<sup>69</sup> <http://www.finalcutprofi.de/phpboard/viewtopic.php?p=350360&sid=e8c296b793b1ee56d8fb067ede5c706e> – Letzter Zugriff 20.11.2013



## 6 Prognose

Die Steigerung in der Rechenleistung und dem Speichervolumen von Computern bei sinkenden Anschaffungspreisen, die zunehmende Miniaturisierung von Hardware und die Umstellung der Haptik von Maus und Tastatur auf berührungsempfindliche Oberflächen lassen erahnen wohin sich die Software im Allgemeinen und speziell auch non-lineare Schnittprogramme entwickeln werden.

Leistungsstarke Computer mit Mehrkern-Prozessoren ermöglichen die Verarbeitung komplexer Aufgaben im Hintergrund und erlauben dem Cutter sich mehr auf den eigentlichen Schnitt zu konzentrieren. Rein technische Prozesse, die im Vorfeld vom Cutter oder dem Schnittassistenten getätigt werden mussten, werden vom Schnittprogramm übernommen, sodass Verzögerungen im Arbeitsablauf und Unterbrechungen im Arbeitsfluss reduziert werden. Der Prozess des Sichtens und der Bewertung des Filmmaterials wird mittels, im Schnittprogramm enthaltene, Analyseverfahren dadurch beschleunigt, dass Einstellungsgrößen, Gesichter, Lichtstimmungen, Kamerabewegungen wie Schwenks oder Fahrten und Sprache automatisch erkannt und verschlagwortet werden. Dies ermöglicht nicht nur eine schnellere Auswahl von geeigneten Filmausschnitten, sondern auch eine umfassende und dynamische Sortierung. Mit mehreren Kameras parallel aufgenommene Situationen werden automatisch synchronisiert und zu sogenannten Multicam-Clips zusammengefasst. Umgekehrt wird der Cutter mit Hilfe von Sprachbefehlen dem Schnittprogramm sagen können, wonach gesucht wird, oder welcher Befehl ausgeführt werden soll. Das Auswendiglernen von unzähligen Tastenkombination, wie auch die Navigation durch meist unüberschaubare Menüstrukturen, fällt weg.

Die Software adaptiert die Arbeitsweise des jeweiligen Cutters und bietet selbstständig Lösungsansätze für bestimmte Situationen. Umständliche oder komplexe Arbeitsschritte müssen nicht mehr durch die Kombination von verschiedenen Programmbefehlen Schritt für Schritt erledigt werden, sondern werden vom Programm zusammengefasst und angewendet. Ferner wird sich der Aufbau der Software am natürlichen Prozess des Filmemachens orientieren. Zu Beginn des Schnitts wird festgelegt, um was für eine Art von Film es sich handelt. Ist es zum Beispiel eine Dokumentation, wird das Programm Interviews analysieren und transkribieren. Der Redakteur kann den transkribierten Text überarbeiten, Passagen herausnehmen und die Reihenfolge der gesprochenen Sätze anpassen, daraufhin an das Schnittprogramm

zurücksenden, was aus dem vorhandenen Material eine Auswahl an Clips erstellt und dem Cutter in der vorgegebenen Reihenfolge anbietet. Es wird dem Cutter Vorschläge für passende Bilder machen oder selbsttätig in vorhandenen Bild- und Videoarchiven nach zusätzlichem Material suchen. Zum Beispiel wenn ein bestimmter Begriff in Zusammenhang mit einem bestimmten Namen fällt. Beim Spielfilm könnte ein ähnliches Vorgehen anhand des Drehbuchs passieren. Die Frage, ob eine solche Automatisierung für das Erleben und die emotionale Auseinandersetzung mit dem Filmmaterial förderlich ist bleibt offen. Nach wie vor wird das Material beim Schnitt nicht nur ein Mal durchgesehen werden. Entscheidungen welches Bild an welche Stelle passt bleiben immer noch dem Menschen überlassen. Die Automatisierung wäre nur eine Hilfestellung zur Verhinderung vielen Suchens. Die Zeit für die Erstellung eines Rohschnitts und des darauf folgenden Feinschnitts wird erheblich verkürzt.

Die Integrierung weiterer Softwarelösungen für die Farbkorrektur und Tonmischung sowie Grafikanimation und die Erstellung des Endmediums wird nahtloser sein. Das Schnittprogramm umfasst alle Teile der Postproduktion. Entweder wird eine Person allein die gesamte Postproduktion übernehmen, oder mehrere Personen an ein und der selben Software, gar dem selben Schnittplatz arbeiten können. Dies ermöglicht einen reibungslosen und kosteneffektiven Produktionsablauf und verhindert Kompatibilitätsprobleme. Diese zusätzlichen Programmteile müssen aber nicht zwangsläufig mitgeliefert werden. Wahrscheinlicher ist die Implementierung eines elektronischen Marktplatzes, ähnlich dem bereits vorhandenen AppStore. In diesem können Programmweiterungen wie Effekte, Übergänge, Audiodateien, Vorlagen für DVD/Blu-ray-Menüs und Tools sowie ganze Programmpakete gekauft werden, die dann direkt in die Software integriert werden. Der Benutzer kann sich sein Schnittprogramm individuell auf seine Bedürfnisse anpassen.

Durch immer ausgereifere und leistungstärkere Video- und Audiocodecs wird eine Bearbeitung ohne Qualitätsverlust ermöglicht, sodass eine Umcodierung des Ausgangsformats nur noch bei der Erstellung des Endmediums nötig ist. Aufgezeichnet wird ausschliesslich in hochauflösenden High-End-Formaten, die ein Vielfaches an Detailreichtum und Dynamikumfang aktueller Ausgabeformate haben. Durch die stetige Weiterentwicklung von Massenspeicher finden alle Informationen auf einer einzigen Festplatte Platz. Hochgeschwindigkeits-Schnittstellen verbinden diese mit dem Schnittcomputer und ermöglichen ein Arbeiten mit voller Daten-Bandbreite. Archiviert wird das komplette Filmprojekt auf nichtflüchtigen, permanenten Speichermedien.

Darüber hinaus werden sich Schnittprogramme der Bedienung mit Hilfe von berührungsempfindlichen Oberflächen (Touch-Displays) anpassen. Der Wegfall von Maus und Tastatur ermöglicht einen natürlicheren Umgang mit Computern im Allgemeinen, was sich in der Gestaltung und Funktionsweise der Programmoberfläche bemerkbar machen wird. Diese wird sehr viel reduzierter sein und sich dem gerade ausgeführten Arbeitsschritt anpassen. Anstatt von Tools und Funktionstasten wird der Cutter eine Auswahl an Arbeitsoberflächen haben, die nur die tatsächlich benötigten Funktionen und Befehle beinhalten. Beim Rohschnitt könnte die Programmoberfläche beispielsweise ein Leuchttisch mit darauf liegenden Filmstreifen sein, die durch Umherschieben in eine erste grobe Reihenfolge gebracht werden. Die grundsätzliche Eingabe der Befehle erfolgt durch intuitive, oder durch das Programm erlernte Gesten, die auf der berührungsempfindlichen Oberfläche durch Wischen oder Antippen erfolgen. Zusätzlich wird es möglich sein durch Sprachbefehle Funktionen auf zu rufen, oder Prozesse zu starten.

## 7 Fazit

Final Cut Pro X stellt in seiner aktuellen Form (Version 10.0.9) sicherlich keine Revolution des non-linearen Schneidens dar. Es funktioniert nicht viel besser oder schlechter als andere Software. Es funktioniert anders. Final Cut Pro X ist ein alternativer Lösungsvorschlag zu den bis dato bestehenden Schnittprogrammen und liefert viele neue Ansätze, die in Zukunft Anwendung finden können, wenn der Endbenutzer in der Lage ist, sich von bestehenden Arbeitsabläufen zu lösen und sich auf die von Apple vorgegebenen einzulassen. Ist das alternative Prinzip einmal verinnerlicht, ist ein schnelles, kosteneffektives und intuitives Arbeiten möglich, ohne sich in technischen Details zu verlieren. Setzt sich das Prinzip von Final Cut Pro X durch, liefert es die Grundlage für eine zukunftsorientierte Arbeit im Bereich der Verarbeitung und Erstellung von audiovisuellen Medien.

Sieht man die aktuelle Version als offene Plattform an, die die essenziellen Funktionen fürs Bearbeiten von Videodateien liefert, die Wahl spezieller Funktionen aber dem Benutzer überlässt, ist Final Cut Pro X ein Beispiel für modernes Software-Design. Wo andere Hersteller das Bedürfnis haben ihre Software so komplett wie möglich zu gestalten, wagt Apple den Schritt zur kompletten Reduktion und Einfachheit. Anstatt ein bestehendes System durch neue Funktionen, zu erweitern, liefert Apple eine frische Basis, die durch das Eingehen auf Benutzerwünsche nach und nach aufgefüllt werden kann und auch wird. Innerhalb von 22 Monaten wurden 9 Updates veröffentlicht.

Wie lange es dauert, bis Final Cut Pro X sich erneut im professionellen Sektor etabliert, und eine ernst zu nehmende Konkurrenz zu Avid, Adobe und Co. Wird, bleibt allerdings abzuwarten.

## Literaturverzeichnis

HERMAN Joseph (05.2012): A Brief History of Film Editing Technology. URL:  
<https://www.editorsguild.com/Magazine.cfm?ArticleID=1104>, Stand 20.11.2013

Film: YOUTUBE: The Journey to Modern Non-Linear Editing (Part 1). URL:  
<http://www.youtube.com/watch?v=TIVYeyWHajE>, Stand 20.11.2013

FILMMAKERIQ.COM: The Evolution of Modern Non-Linear Editing: Part1. URL:  
<http://filmmakeriq.com/lessons/the-evolution-modern-non-linear-editing-part-1-from-tape-to-digital/>, Stand 20.11.2013

Film: YOUTUBE: 2 inch Quad Video Editing. URL:  
<http://www.youtube.com/watch?v=7YtmwB9Ds5Y>, Stand 20.11.2013

Film: YOUTUBE: CMX-600 demo – First non-linear editing system (1971) – Pt 1. URL:  
<http://www.youtube.com/watch?v=9bNmsKBqFPQ>, Stand 20.11.2013

ARCHIVE.ORG: CMX Model 600. URL:  
<http://web.archive.org/web/20080210020634/http://www.sssm.com/editing/museum/offline/cmx600.html>, Stand 20.11.2013

PILL Jaan (15.09.2013): History of non-linear editing. URL:  
<http://preservedstories.com/2013/09/15/history-of-nonlinear-editing/>, Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: EditDroid. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/EditDroid>, Stand 20.11.2013

TUTORGIGPEDIA.COM: EditDroid. URL: <http://www.tutorgigpedia.com/ed/EditDroid>, Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Non-linear editing system. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Non-linear\\_editing\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Non-linear_editing_system), Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Media Composer. URL:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Media\\_Composer](http://en.wikipedia.org/wiki/Media_Composer), Stand 20.11.2013

WIKIA.COM: Adobe Premiere Pro. URL:  
[http://adobe.wikia.com/wiki/Adobe\\_Premiere\\_Pro](http://adobe.wikia.com/wiki/Adobe_Premiere_Pro), Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Lightworks. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Lightworks>, Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Adobe Premiere Pro. URL:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Premiere\\_Pro](http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Premiere_Pro), Stand 20.11.2013

WORDPRESS.COM: The History Of Lightworks. URL:  
<http://learnfinalcut.wordpress.com/the-history-of-lightworks/>, Stand 20.11.2013

MARTIN L.T. (01.09.2011): Nonlinear editors. URL:  
<http://broadcastengineering.com/production/nonlinear-editors>, Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Media 100. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Media\\_100](http://de.wikipedia.org/wiki/Media_100), Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Grafikprozessor. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Grafikprozessor>, Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: History of IBM magnetic disk drives. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_IBM\\_magnetic\\_disk\\_drives#IBM\\_350](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_IBM_magnetic_disk_drives#IBM_350), Stand 20.11.2013

TU-CHEMNITZ.DE: Festplatten und ihre Controller. URL: [http://www.tu-chemnitz.de/informatik/RA/news/stack/kompodium/vortraege\\_96/Festplatten/harddisk3.html](http://www.tu-chemnitz.de/informatik/RA/news/stack/kompodium/vortraege_96/Festplatten/harddisk3.html), Stand 20.11.2013

APPLE-HISTORY.COM: apple-history/compare models. URL: <http://apple-history.com/compare/iix/iicx>, Stand 20.11.2013

SCINEXX.DE: Physik-Nobelpreis für Riesenmagnetowiderstand. URL: <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-7217-2007-10-09.html>, Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Festplattenlaufwerk. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Festplattenlaufwerk>, Stand 20.11.2013

TESTBERICHTE.DE: Festplatten Test. URL: <http://www.testberichte.de/f/1/2546/260514.1711/1.html>, Stand 20.11.2013

DATENTRAEGER-MUSEUM.DE: Flash-Speicher (1994, San Disk). URL: <http://www.datentraeger-museum.de/index.php?lang=DEU&page=Flashspeicher>, Stand 20.11.2013

ALTERNATE.DE: Kingston HyperX. URL: [http://www.alternate.de/Kingston\\_HyperX/Kingston\\_HyperX+HyperX\\_3K\\_SSD\\_120\\_GB/html/product/1092486/?](http://www.alternate.de/Kingston_HyperX/Kingston_HyperX+HyperX_3K_SSD_120_GB/html/product/1092486/?), Stand 20.11.2013

ALTERNATE.DE: Seagate ST3000VN000. URL: [http://www.alternate.de/Seagate/Seagate+ST3000VN000\\_3\\_TB,\\_Festplatte/html/product/1083071/?](http://www.alternate.de/Seagate/Seagate+ST3000VN000_3_TB,_Festplatte/html/product/1083071/?), Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Foto-Mem. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Foto-Mem>, Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Optischer Datenspeicher. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Optischer\\_Datenträger](http://de.wikipedia.org/wiki/Optischer_Datenträger), Stand 20.11.2013

MEZDATA.DE: CDs und DVDs. URL: [http://referate.mezdata.de/sj2003/cd\\_thomas-ley/ausarbeitung/dvds.html](http://referate.mezdata.de/sj2003/cd_thomas-ley/ausarbeitung/dvds.html), Stand 20.11.2013

ZHANG Jingyu (2013): 5D Data Storage. URL: [http://www.orc.soton.ac.uk/fileadmin/downloads/5D\\_Data\\_Storage\\_by\\_Ultrafast\\_Laser\\_Nanostructuring\\_in\\_Glass.pdf](http://www.orc.soton.ac.uk/fileadmin/downloads/5D_Data_Storage_by_Ultrafast_Laser_Nanostructuring_in_Glass.pdf), Stand 20.11.2013

GÜNSCH Michael (11.07.2013): „Superman-Speicher“ mit 360 TB pro Disc. URL: <http://www.computerbase.de/news/2013-07/speichertechnik-verspricht-ueber-eine-mio.-jahre-datenerhalt/>, Stand 20.11.2013

WIKIPEDIA.ORG: Universal Serial Bus. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Serial\\_Bus](http://de.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus), Stand 20.11.2013

STICK-TEST.DE (20.09.11): Zehn Dinge, die Sie über USB und insb. USB 3.0 wissen sollten. URL: <http://stick-test.de/10-dinge-die-sie-ueber-usb-und-insb-usb-3-0-wissen-sollten/>, Stand 20.11.2013

LAYTON Julia, TYSON Jeff: How FireWire Works. URL: <http://computer.howstuffworks.com/firewire3.htm>, Stand 20.11.2013

LAYTON Julia, TYSON Jeff: How FireWire Works. URL: <http://computer.howstuffworks.com/firewire6.htm>, Stand 20.11.2013

KOLLER Peter (25.02.11): Thunderbolt – 7 Dinge, die man über die neue PC-Schnittstelle wissen sollte. URL: <http://www.elektronikpraxis.vogel.de/themen/hardwareentwicklung/datenkommunikationsics/articles/304643/>, Stand 20.11.2013

ZELLMER Max (26.02.11): Thunderbolt: Was ist das eigentlich? URL: <http://www.macnotes.de/2011/02/26/thunderbolt-was-ist-das-eigentlich/>, Stand 20.11.2013

Film: YOUTUBE: The Journey to Non-Linear Editing. (Part 2) URL: <http://www.youtube.com/watch?v=dhHQw5GrwxU>, Stand 20.11.2013

SLASHCAM.DE (08.07.2009): DIGITALE VIDEOFORMATE HD/SD. URL: <http://www.slashcam.de/artikel/Grundlagen/Uebersichtstabelle--Digitale-Videoformate-HD-SD--alles-.html>, Stand 20.11.2013

APPLE.COM: Electric Entertainment – Postproduktion bei Leverage. URL: <http://www.apple.com/de/finalcutpro/in-action/electric/>, Stand 20.11.2013

APPLE.COM: Knut Hake – Videoschnitt für Danni Lowinski. URL: <http://www.apple.com/de/finalcutpro/in-action/phoenix/>, Stand 20.11.2013

FINALCUTPROFI.DE (18.10.12): Mit FCPX TV-Movie geschnitten. URL: <http://www.finalcutprofi.de/phpboard/viewtopic.php?p=350360&sid=e8c296b793b1ee56d8fb067ede5c706e>, Stand 20.11.2013

APPLE.COM: Final Cut Pro X Benutzerhandbuch. URL: [http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de\\_DE/final\\_cut\\_pro\\_x\\_benutzerhandbuch.pdf](http://manuals.info.apple.com/MANUALS/1000/MA1604/de_DE/final_cut_pro_x_benutzerhandbuch.pdf), Stand 20.11.2013

## Anlagen



## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, den TT. Monat JJJJ

Vorname Nachname